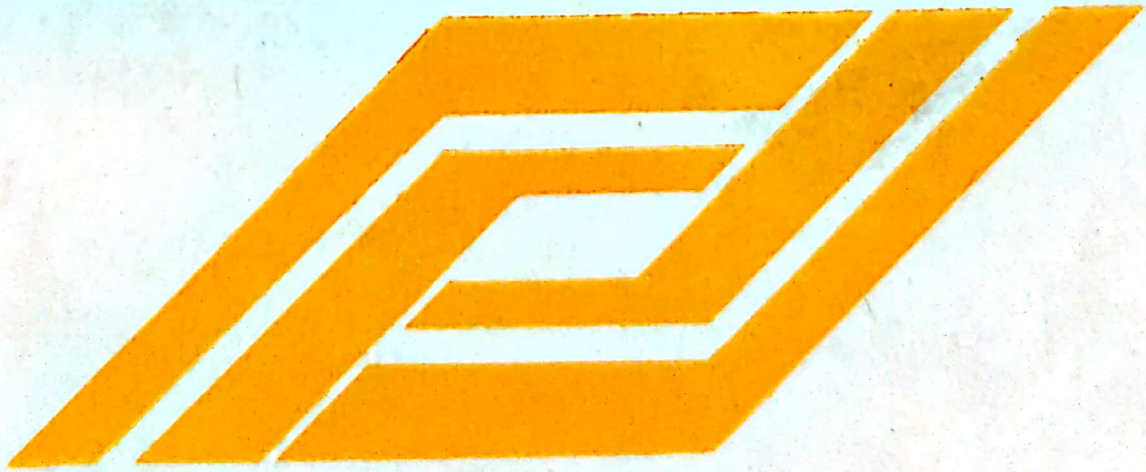
ANDREI DEMETER

BAZELE FIZIOLOGICE ȘI BIOCHIMICE ALE CALITĂȚILOR FIZICE



Scanned with OKEN Scanner

Prof. dr. ANDREI DEMETER

BAZELE FIZIOLOGICE ȘI BIOCHIMICE ALE CALITĂȚILOR FIZICE

EDITURA SPORT-TURISM
BUCUREȘTI, 1981

Scanned with OKEN Scanner

Redactor EMILIA IVAN
Tehnoredactor I. PETRE

Bun de tipar 31.XI.1980
Coli de tipar 10,5

Întreprinderea poligrafică „Oltenia"
REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

Scanned with OKEN Scanner

Cuvînt înainte

Ridicarea continuă a nivelului performanțelor sportive pe plan mondial se realizează în zilele noastre prin perfecționarea tuturor laturilor și componentelor antrenamentului sportiv, precum și a instalațiilor și materialelor de concurs. Totuși, după părerea noastră, una din cele mai importante pîrghii ale progresului obținut în domeniul sportului de înaltă performanță o constituie dezvoltarea substanțială a calităților fizice. Cu alte cuvinte, pe lîngă introducerea pe scară tot mai largă a unor invenții tehnice în materie de instalații și materiale de concurs, sportivul de azi care se prezintă pe teren pentru concurs este net diferit față de cel de acum 20—25 ani. El prezintă cunoștințe teoretice și tehnico-tactice incomparabil mai ample, precum și un nivel mult mai ridicat al vitezei, rezistenței și forței musculare. Perfecționarea continuă a vitezei, rezistenței și forței are la bază de fapt perfecționarea funcțională și în cazul unui antrenament prelungit și morfologică a diferitelor țesuturi, organe, aparate și sisteme ale organismului. A trecut timpul cînd un antrenor bun putea să se mulțumească numai cu experiența lui practică bogată și rațiunea sănătoasă. Este clar că, la nivelul performanțelor de astăzi, perfecționarea în continuare a calităților fizice reclamă din partea tuturor specialiștilor (antrenori, profesori de educație fizică, cercetători, metodiști, activiști sportivi) vaste cunoștințe de biochimie, biomecanică, igienă, dar mai ales de fiziologie. „Sînt convins că un bun antrenor este și un bun fiziolog" a declarat recent cunoscutul antrenor James Consilman în fața colegilor săi din diferite

Scanned with OKEN Scanner

țări. Educația fizică și sportul, prin eforturile impuse sub formă de exerciții, perfecționează și fortifică organismul, aspecte exprimate în ultimă analiză prin parametrii superiori ai organismului în ceea ce privește viteza, rezistența și forța. Iată de ce antrenorul, profesorul, metodistul trebuie să cunoască foarte bine obiectul său de perfecționat (parametri morfologici și funcționali ai diferitelor țesuturi, organe, aparate și sisteme ale organismului sportivului), deoarece efortul depus în cadrul lecțiilor de antrenament constituie excitanți biologici, ale căror efecte, în funcție de dozare corectă sau incorectă, se manifestă prin perfecționări funcționale și stimulatoare sau au influență nefavorabilă, prin tulburări funcționale sau destrucții tisulare.

Subliniind această latură a educației fizice și a antrenamentului sportiv, în care rolul și acțiunea factorilor biologici sînt deosebit de mari, nu putem nega faptul că dezvoltarea și educarea calităților fizice sînt în strînsă interdependență cu celelalte laturi ale educației fizice și antrenamentului sportiv, scopul final fiind desăvîrșirea personalității umane sub aspectul educației sale comuniste multilaterale.

Scopul lucrării de față este de a servi drept călăuză în înțelegerea și însușirea bazelor fiziologice ale dezvoltării calităților fizice ale omului atît în cadrul educației fizice, cît și în procesul de pregătire a sportivilor de înaltă performanță. Recomandările formulate pe parcursul tratării problemelor nu constituie rețete universal valabile, dat fiind marea variabilitate a speciei umane. Fiecare elev sau sportiv are de fapt o individualitate aparte pe plan fiziologic și biochimic, rămînînd astfel la latitudinea profesorilor și antrenorilor posibilitatea de a stabili și folosi unele mijloace și soluții care corespund cel mai bine fiecărui caz în parte.

Pe lîngă datele literaturii de specialitate, care este destul de săracă în tratarea aspectelor fiziologice ale dezvoltării calităților fizice, am folosit și datele obținute pe baza experienței personale acumulate de-a lungul anilor, întregite cu ocazia diferitelor conferințe și congrese internaționale organizate pe linia „Federației Internaționale de Medicină Sportivă". Sperăm ca prin editarea acestei

Scanned with OKEN Scanner

lucrări să contribuim la îmbogățirea literaturii de specialitate referitoare la aspectele fiziologice ale dezvoltării calităților fizice și, în același timp, să venim în ajutorul profesorilor de educație fizică, antrenorilor și metodiștilor în orientarea și fundamentarea științifică a activității lor de zi cu zi.

Autorul

Scanned with OKEN Scanner

1. Caracterizarea fiziologică generală a calităţilor fizice

În programul genetic al fiecărui individ din specia umană este înscrisă posibilitatea efectuării unor mişcări mai simple, dar şi mai complexe. El poate efectua mişcări segmentare, îşi modifică poziţia întregului corp cu mare rapiditate, ridică o greutate mai mică sau mai mare, efectuează o anumită mişcare un timp mai îndelungat etc. Aceste performanţe se realizează prin anumite mişcări, care se deosebesc între ele prin numeroase caracteristici calitative şi cantitative. De exemplu: scrima şi luptele greco-romane, boxul şi halterele (ridicarea unor greutăţi mari), alergările de 100 m şi de maraton reclamă mişcări de ordin calitativ şi cantitativ diferite şi pun în faţa organismului cerinţe fiziologice diferite. Putem afirma că aceste mişcări, deşi la prima vedere seamănă foarte mult între ele (alergările de viteză şi de maraton), „provoacă manifestarea diferitelor calităţi fizice" (V. M. Zaţiorski, 1968) şi totodată pot fi utilizate în dezvoltarea diferitelor calităţi fizice.

În accepţiunea lui V. M. Zaţiorski (1968) preluată şi de J. Koltai şi L. Nádori (1976) noţiunea de calitate fizică sau motrică cuprinde acele laturi ale motricităţii omului care:

— se manifestă în parametri identici ai mişcării şi pot fi evaluate printr-un procedeu identic, avînd acelaşi etalon de măsură, de exemplu: puterea maximă, viteza maximă;

— au la bază mecanisme fiziologice şi biochimice asemănătoare, resursele energetice necesare fiind asigurate şi furnizate pe căi fiziologice şi metabolice similare;

Scanned with OKEN Scanner

— necesită însuşiri psihice specifice asemănătoare care să asigure reuşita sportivului cum sînt : capacitatea de concentrare a atenţiei, rezistenţa psihică, capacitatea de mobilizare a unei cote ridicate a resurselor funcţionale etc.

Din cele enunţate rezultă că metodologia dezvoltării calităţilor fizice conţine unele trăsături generale, care sînt comune mai multor tipuri speciale de mişcare. De exemplu, forţa musculară a sportivilor care practică diferite probe de aruncări din atletism se dezvoltă în multe privinţe după principii şi reguli asemănătoare, deşi se ştie că tehnica mişcărilor din aceste probe de forţă-viteză se deosebeşte foarte mult. La fel se pune problema şi în cazul dezvoltării rezistenţei. Ciclistul, vîslaşul, înotătorul sau alergătorul de fond se pot pregăti după aceleaşi principii în ceea ce priveşte încărcătura utilizată în cadrul unei metode de antrenament, cum ar fi antrenamentul cu intervale, deşi în aceste ramuri şi probe sportive structura intimă a mişcărilor este mult deosebită.

După cum remarcă pe bună dreptate V. M. Zaţiorski, în fiziologia efortului, noţiunea de „calitate fizică" a apărut cu mult mai tîrziu decît în literatura metodică a educaţiei fizice şi sportului, cu toate că dezvoltarea calităţilor fizice (motrice) este indisolubil legată de modificările fiziologice, biochimice şi morfologice de la nivelul celulelor, ţesuturilor, organelor şi aparatelor din organism. Această situaţie ne atrage atenţia asupra faptului că avem de-a face cu fenomene deosebit de complexe, foarte greu identificabile. Este uşor de explicat şi de demonstrat modul corect în care trebuie executată o mişcare sau o deprindere motrică eficientă, de exemplu, cum trebuie vîslit corect la canotaj, care sînt elementele principale şi succesiunea actelor motorii necesare înaintării bărcii, dar nici o explicaţie nu îl va ajuta pe sportiv să stabilească ad-hoc cele mai bune raporturi între capacitatea de captare, transportul şi utilizarea oxigenului în vederea manifestării unei rezistenţe mai mari. Pentru aceasta este nevoie, aşa cum vom vedea la capitolul respectiv, de mărirea treptată a parametrilor dimensionali şi a capacităţii funcţionale a sistemului cardiovascular, aparatului respirator şi a

Scanned with OKEN Scanner

sistemului enzimatic implicat în utilizarea mai abundentă a oxigenului la nivelul țesutului muscular.

Cele două laturi distincte ale actului motric — deprinderile motrice și calitățile fizice — impun relevarea în cadrul științei educației fizice și sportului a două direcții de acționare: *învățarea motrică* realizată în cadrul formării și perfecționării deprinderilor motrice (pregătirea tehnică din antrenamentul sportiv) și *educarea* calităților fizice, realizată în cadrul pregătirii fizice. Totuși, cele două noțiuni, pregătirea fizică și calitatea fizică, nu pot fi confundate. Îmbunătățirea calităților fizice are loc prin modificarea funcției și structurii diferitelor organe, aparate și sisteme ale organismului, iar pregătirea fizică realizează dezvoltarea într-o anumită direcție specifică a unei calități fizice. De exemplu, perfecționarea calității fizice de rezistență duce la îmbunătățirea progresivă a capacității de captare, de transport și de utilizare a oxigenului de către organismul sportivului, iar pregătirea fizică în domeniul rezistenței realizează capacitatea de efort de lungă durată în diferite ramuri sau discipline sportive.

Literatura de specialitate din ultimii ani acordă o atenție specială deosebirii nuanțate dintre noțiunile de dezvoltare și de educare a calităților fizice. *Noțiunea de dezvoltare*, în sensul ei filozofic, desemnează totalitatea schimbărilor și transformărilor ireversibile, care în pofida momentelor de regres, pe care le cuprind, realizează o linie de mișcare ascendentă de la inferior la superior. Categoria filozofică de dezvoltare se deosebește de *devenire*, care descrie schimbarea și transformarea ca atare, precum și de noțiunea de *progres*, care se referă la rezultatul dezvoltării. Cu alte cuvinte, categoria filozofică de dezvoltare desemnează procesele orientate, direcționate, împreună cu contradicțiile lor inerente. Dezvoltarea materiei și conștiinței, luată în ansamblu, are o orientare progresivă, de la forme simple la forme complexe, de la sisteme inferioare, cu structură elementară, la sisteme superioare, cu un grad înalt de organizare.

În biologie noțiunea de dezvoltare este utilizată pentru desemnarea procesului evolutiv general filogenetic, precum și a unui organism în cursul ontogenezei.

Scanned with OKEN Scanner

Fiziologia educației fizice și sportului folosește termenul de dezvoltare în vederea exprimării procesului de creștere și diferențiere de la nivelul celular, tisular, al organelor, aparatelor și sistemelor unui organism ca tot unitar. Aplicată la domeniul calităților fizice, *dezvoltarea* înglobează atît procesul creșterii dimensiunii celulelor, țesuturilor, organelor, aparatelor și sistemelor implicate în efort (de exemplu, hipertrofia musculară obținută în urma eforturilor de forță), cît și diferențierea funcțiilor fiziologice fine ale acestora, de exemplu, perfecționarea sinergismului funcțional al sistemului cardiovascular și aparatului respirator în urma antrenamentului sistematic de rezistență. De aici rezultă că dezvoltarea ca proces complex, ce înglobează creșterea și diferențierea morfofuncțională, este limitată în timp. De obicei ea poate înregistra un progres pînă la 25—30 de ani, urmat de o etapă de stabilizare a creșterii și diferențierii, în care nivelul atins anterior se menține la valori constante sub influența antrenamentului, ca după 35—40 de ani să apară scăderea treptată a parametrilor morfofuncționali anteriori, în pofida continuității antrenamentului.

Noțiunea de educare se referă la un sistem planificat de influențe de durată asupra individului, în cazul nostru al sportivului, spre a-i modela și orienta către un anumit ideal capacitățile intelectuale și fizice, asigurînd astfel împlinirea și desăvîrșirea multilaterală a personalității sale. Educarea calităților fizice înglobează totalitatea măsurilor pedagogice îndreptate spre dirijarea activității în cadrul lecțiilor de antrenament și de educație fizică, în scopul dezvoltării acestor calități în sensul dorit, spre satisfacerea cerințelor majore a ramurii sau a probei practicate. Vorbind despre educarea rezistenței, avem în vedere alegerea metodelor de antrenament adecvate dezvoltării factorilor dimensionali și a capacităților funcționale ale organelor, aparatelor și sistemelor implicate în transportul de oxigen. Educarea forței reclamă selecționarea minuțioasă a exercițiilor adecvate acestui scop, dozarea lor, stabilirea interdependenței efectelor acestor exerciții cu celelalte calități fizice etc.

Scanned with OKEN Scanner

Din cele spuse rezultă concluzia că termenul de *dezvoltare a calităților fizice* definește modificările morfologice și funcționale produse în organismul sportivilor supuși efortului în acest scop, iar termenul de *educare a calităților fizice* se referă la totalitatea acțiunilor necesare canalizării dezvoltării calităților fizice în direcția dorită.

O altă latură controversată a capacității omului de a realiza mișcările în funcție de forța, viteza și rezistența celui care execută aceste mișcări este însăși denumirea generică a lor. Unii fiziologi cum este sovieticul N. V. Zimkin (1975) le denumește calități motrice, alții, ca bulgarul D. Mateev (1966), sovieticul V. M. Zațiorski (1968), ungurii J. Koltai și L. Nádori (1976) insistă asupra denumirii de calități fizice. N. N. Iacovlev și A. V. Korobkov amintesc de calitățile activității motrice sau indici calitativi ai activității motrice. Într-o lucrare anterioară, dedicată problemelor generale ale fiziologiei educației fizice și sportului (1970) și noi am optat pentru utilizarea noțiunii de calități motrice, ea fiind destul de apropiată fondului fiziologic al problemei. Judecînd însă din punct de vedere terminologic sensul noțiunii de calitate fizică exprimă mai bine realitatea și esența fenomenului decît expresia calitate motrică, mai ales dacă ținem seama de faptul că prin respectivele exerciții adecvate noi perfecționăm în primul rînd omul, organismul lui, considerat ca sistem integrativ hipercomplex, precum și diferitele sale subsisteme, a căror îmbunătățire la rîndul lor determină ridicarea pe o treaptă superioară a parametrilor motricității omului. Cu alte cuvinte, calitățile de forță, viteză, rezistență, fiind caracteristice omului și nu mișcărilor, trebuie să fim de acord cu cei care vorbesc despre calitățile fizice ale omului, expresie ce are darul de a elimina unele dubii privind necesitatea dezvoltării unor parametri funcționali ai organismului, identificabili prin măsurarea și evaluarea lor cu ajutorul mărimilor oferite de fizică (atît în sistemul tradițional C.G.S., cît și recentul sistem, abia introdus ca Sistem Internațional, S.I.). Argumentul suprem este acela că în educație fizică nu putem vorbi doar despre educație motrică, iar în sport *perfecționăm organismul* sportivilor ca sistem

Scanned with OKEN Scanner

biologic integral și nu numai viteza, forța sau rezistența lor. Ceea ce este extrem de important de subliniat, îmbunătățirea vitezei, forței sau rezistenței elevilor sau sportivilor este doar rezultanta finală a perfecționărilor treptate survenite în urma eforturilor repetate de la nivelul celular, tisular organic și a aparatelor supuse solicitărilor. Cu alte cuvinte, efortul fizic are rolul de a induce perfecționarea organismului la nivele diferite, iar îmbunătățirea indicilor de viteză, forță și rezistență se obține indirect. În schimb, îmbunătățirea parametrilor mișcării prin finisarea continuă a legăturilor reflex-condiționate și a stereotipurilor dinamice ce stau la baza perfecționării preciziei, finețeî și eficienței mișcărilor, poate fi și trebuie denumită optimizarea *deprinderilor motrice*. Susținem aceasta, deoarece acțiunile întreprinse în acest sens se adresează mai puțin structurilor morfologice și biochimice ale organismului, vizînd în special îmbunătățirea funcțională sub aspectul coordonării mișcărilor și al asamblării fazelor, asigurînd cursivitate și economicitate actelor motrice în unele ramuri și probe sportive și accentuarea aspectelor estetice în altele (gimnastică, patinaj artistic, sărituri în apă etc.). Desigur, odată cu optimizarea parametrilor mișcării se poate obține și perfecționarea calităților fizice și invers, dar acest transfer este destul de limitat în ambele sensuri. Acum 15—20 de ani, cînd valoarea calităților fizice avea un nivel relativ scăzut, era posibil un transfer substanțial între cele două laturi ale motricității sportivilor. Azi însă, cînd nivelul calităților fizice este mult mai ridicat, acest transfer acționează foarte puțin, fiind pe primul plan obținerea unor parametri superiori și îmbunătățirea forței maxime, a vitezei maxime, a rezistenței maxime, ceea ce impune utilizarea unor eforturi mari și foarte mari, care să constituie excitanți biologici eficienți, așa cum vom vedea acest lucru pe parcursul tratării detaliate a dezvoltării forței, vitezei și rezistenței.

Dacă analizăm mai îndeaproape manifestarea concretă a unor calități fizice, vom constata că ele prezintă două laturi contradictorii și anume : o latură exterioară, ce pare a fi manifestarea *calitativă* a mișcării, în sensul că ea este determinantă pentru ramura sau proba dată,

Scanned with OKEN Scanner

dar care în fond se rezumă la unele diferențe de ordin calitativ. De exemplu, din punct de vedere structural, actul motric caracteristic probei de 100 m la înot se deosebește de proba de 1 500 m, mai ales prin prisma unor parametri *cantitativi*, cum sînt : lungimea distanței de parcurs, viteza de înaintare, frecvența și forța loviturilor de brat etc. Actele motrice similare ca structură din cele două probe se bazează însă pe calități fizice fundamental deosebite, avînd în vedere ponderea total diferită a componentelor de viteză și rezistență. Aceeași constatare rezultă și din compararea unor probe din atletism, cum sînt alergările pe 100—200 m și 5 000—10 000 m și maraton, primele bazîndu-se pe viteză, iar ultimele pe rezistență ; cealaltă latură a calităților fizice este reprezentată prin parametri fiziologici, biochimici și psihologici necesari realizării la un nivel înalt a sarcinilor motrice date. Probele de viteză necesită o succesiune rapidă a excitației și inhibiției, o reacție rapidă la start, o mare capacitate de accelerare etc. Din punct de vedere biochimic reclamă o mare capacitate de furnizare a energiei necesare contracției din resursele de ATP existente în țesutul muscular. Succesul în probele de 5 000—10 000 și maraton se bazează pe capacitatea crescută a sportivilor în privința captării, transportului și utilizării oxigenului. Din cele menționate rezultă clar că, deși caracteristicile exterioare ale unor mișcări pot fi apropiate, însușirile lor interne, reprezentate prin substratul morfologic și funcțional-biochimic al îndeplinirii lor în bune condiții, pot fi total diferite. Aceasta înseamnă că, în alegerea metodelor de educare a diferitelor calități fizice, metodiștii trebuie să se ghideze nu după caracteristicile exterioare ale mișcărilor, ci după efectele și răsunetul lor morfologic, funcțional și biochimic, deoarece aceste efecte biologice sînt puternic corelate cu însușirile interne, hotărîtoare ale fiecărei calități fizice în parte.

Contradicția dialectică dintre cele două laturi ale procesului unic de manifestare a calităților fizice este contradicție relativă, în sensul că în unele cazuri exercițiile și mișcările diferite din punct de vedere al caracteristicilor exterioare pot genera efecte fiziologice și biochimice similare. Astfel, alergarea, înotul, canotajul,

Scanned with OKEN Scanner

patinajul și ciclismul, schiul-fond etc. efectuate cu cca 60% din capacitatea aerobă maximă de efort, modifică aproximativ cu aceeași eficiență rezistența aerobă. Efectuarea unor astfel de eforturi aerobe, la un nivel mai ridicat (80—90% din $VO_{2\,max}$), în mod sistematic, timp îndelungat, au ca efect mărirea capacității de transport a oxigenului de către sistemul cardio-respirator, înlesnind efectuarea unor eforturi specifice fiecărei ramuri de sport la o intensitate mult crescută, realizînd în cele din urmă îmbunătățirea substanțială a rezistenței specifice. Cerința majoră în privința selecționării exercițiilor destinate perfecționării unor calități fizice specifice diferitelor ramuri de sport și probe constă în alegerea acelor exerciții a căror structură exterioară, precum și caracteristicile interioare reprezentate prin răsunetul lor fiziologic și biochimic corespund întru totul cerințelor specifice ramurii sau probei practicate.

Interpretarea întregului proces de perfecționare a calităților fizice ca fiind derivat al perfecționărilor celulare, tisulare, organice petrecute în organism, evaluarea progresului realizat în direcția dezvoltării și educării calităților fizice prin prisma îmbunătățirii performanțelor sportive este mijlocită și relativă. În ultimul timp se impune tot mai mult necesitatea utilizării unor metode fiziologice, biochimice și biomecanice deja elaborate sau în curs de elaborare, precum și preconizarea unor metode noi, bazate pe tehnicile moderne de explorare funcțională în acest domeniu. Înregistrarea cu ajutorul aparaturii electronice a unor parametrii fiziologici și biochimici, cum sînt: latența reacției motrice, a vitezei de execuție și de repetiție, explorarea inimii cu ajutorul echocardiografiei, prelucrarea biochimică și histochimică a fragmentelor de țesut muscular extrase prin biopsie musculară, înregistrarea telemetrică a unor parametri fiziologici în timpul efortului specific etc., sînt doar cîteva exemple care atestă că asemenea metode au și intrat în practică și cu siguranță vor cunoaște în curînd o extindere din ce în ce mai largă.

Scanned with OKEN Scanner

2. Bazele fiziologice şi biochimice ale vitezei

2.1. Caracterizarea fiziologică generală a vitezei

Omul modern este obişnuit să raporteze orice acţiune sau mişcare la timpul necesar realizării ei, căutînd din ce în ce mai mult reducerea intervalului de timp consumat pentru o acţiune sau alta. Nu este întîmplător faptul că în urma realizărilor spectaculoase din ultimele decenii în domeniul tehnicii construcţiei mijloacelor rapide de deplasare, secolul nostru tinde să fie calificat tot mai des drept secolul vitezei. În acelaşi timp însă viteza mişcărilor omului nu a suferit modificări esenţiale de-a lungul mileniilor. Abia în ultimul secol, în urma unei pregătiri din ce în ce mai ştiinţifice, omul a reuşit să-şi îmbunătăţească performanţele privind viteza actelor sale motrice. Este de ajuns să aruncăm o privire asupra tabelelor cu performanţele din probele de viteză, de la primele Olimpiade moderne pînă în zilele noastre, ca să ne dăm seama de progresul remarcabil realizat în acest sens atît la bărbaţi, cît şi la femei. Recordurile mondiale actuale în probele de viteză nu reprezintă încă limita superioară a posibilităţilor omului de a acoperi o distanţă scurtă într-un timp cît mai mic. Lupta cu zecimile şi cu sutimile de secundă continuă, nu numai în alergare, ci şi la înot şi la alte ramuri de sport şi nu numai în ceea ce priveşte viteza de deplasare, ci şi sub alte forme de manifestare a vitezei, ştiut fiind faptul că viteza, sub diferitele ei forme de manifestare, este o componentă

Scanned with OKEN Scanner

obligatorie a majorității covîrșitoare a actelor motrice, de cele mai multe ori combinată și cu alte calități fizice (forța, rezistența).

În definiția științifică a vitezei există un consens quasi-total între autorii care s-au dedicat studiului acestei calități fizice. De exemplu, N. G. Ozolin (1972) definește viteza ca fiind capacitatea de a executa rapid mișcarea ; V. M. Zațiorski (1967) înțelege prin viteză „capacitatea omului de a efectua acțiunile motrice într-un timp minim pentru condițiile respective" ; J. Koltai și L. Nádori (1976) înțeleg prin viteză „capacitatea de a îndeplini o sarcină motrică într-un interval de timp minim, pe o perioadă de timp limitată, în care nu apare încă oboseala". Într-o lucrare anterioară (1970) noi am definit viteza ca fiind „capacitatea omului de a executa mișcările cu rapiditate și frecvență mare". Gh. Mitra și Al. Mogoș (1977) caracterizează viteza prin „iuțeala (rapiditatea) cu care se efectuează acțiunile motrice în structurile și combinările cele mai diverse".

Literatura de specialitate este concordantă în aprecierea că, în cadrul diferitelor acte motrice, viteza se manifestă sub forme și aspecte diferite, însă totdeauna una din formele de manifestare a vitezei are o pondere mai mare în realizarea actului motric respectiv. Fiziologii sovietici V. S. Farfel și N. V. Zimkin (1966, 1970) relevă 3 forme elementare de manifestare a vitezei, și anume :

— timpul latent al reacției motrice ;
— viteza mișcării singulare ;
— frecvența mișcărilor.

Această clasificare este reluată aproape nemodificată de către V. M. Zațiorski (1968), V. M. Zațiorski și I. N. Primakov (1970), L. Nádori (1969), J. Koltai și L. Nádori (1976), precum și de Gh. Mitra și A. Mogoș (1977). În accepțiunea noastră viteza se manifestă sub următoarele forme elementare :

— *viteza de reacție* (timpul de reacție) sinonimă cu perioada latentă a reacției motrice elementare ;

— *viteza de execuție* a unor mișcări mai complexe, de obicei a unei faze specifice dintr-o mișcare complexă ce caracterizează o ramură de sport sau probă ;

Scanned with OKEN Scanner

— *viteza de repetiție*, în efectuarea unor acte motrice ciclice, de exemplu, frecvența pașilor în unitate de timp, apăsarea cu un deget pe o clapă cu maximum de frecvență etc.;

— *viteza de deplasare* (viteza integrală) în condiții specifice unor ramuri de sport sau a unor probe (30—100 m, viteza elanului la săritura în lungime, viteza patinatorului la 500 m, a înotătorului la 100 m etc.).

Ar mai fi de menționat și *viteza de opțiune* care, deși în momentul de față încă nu și-a găsit locul cuvenit în cadrul manifestărilor elementare ale vitezei, în viitorul apropiat va fi admisă cu siguranță pe această listă, avînd în vedere rolul tot mai hotărîtor al alegerii și executării din ce în ce mai rapide a variantei optime de răspuns la acțiunile adversarului. Ca o variantă și totodată o componentă de bază a vitezei de reacție complexă și a vitezei de execuție, *viteza de opțiune* exprimă și inteligența sportivului, care în unele ramuri de sport, ca: boxul, luptele, judoul, tenisul și alte jocuri, capătă o pondere din ce în ce mai mare.

După cum au stabilit F. M. Henry și J. R. Trafton (încă din 1951), un timp de reacție scurt nu implică în mod obligatoriu și o viteză de execuție crescută, iar M. A. Godik (1966), în disertația sa de candidat în științe, a evidențiat relativa independență a formelor elementare de manifestare a vitezei. Din studiile noastre efectuate pe atleți rezultă că timpul de latență a reacției motrice se corelează cel mai slab cu celelalte forme elementare ale vitezei. Înregistrarea timpului de reacție cu ajutorul unei aparaturi moderne, electronice, la un număr mare de alergători de viteză, în condiții de laborator standardizate, a relevat lipsa unei concordanțe statistic semnificative între latența reacției motrice și timpul realizat pe 100 m, în sensul că rezultate de certă valoare au fost obținute deopotrivă de către alergători cu timp de reacție foarte bun, mediocru sau mai slab. Cele patru forme de manifestare a vitezei sînt prezente însă cu pondere variată în toate actele motrice cu profil de viteză, iar performanța realizată de către un sprinter nu depinde numai de latența scurtă a reacției motrice de la start (poate cel mai puțin de aceasta), ci mai ales de viteza de execuție a unui ciclu complet, de

Scanned with OKEN Scanner

frecvența și lungimea pașilor, de viteza de desprindere din blockstart. La înot, viteza de înaintare este mai strîns corelată de viteza de repetiție a vîslirii brațelor și de viteza de execuție a mișcărilor picioarelor, decît de viteza reacției la start.

2.2. Formele de manifestare a vitezei

2.2.1. Viteza de reacție

Viteza de reacție (sau latența reacției motrice) exprimă durata unui ciclu de procese fiziologice și biochimice care au loc în urma aplicării unui stimul, urmat de o reacție de răspuns. Este recomandabil ca determinarea latenței reacției motrice să se efectueze în condiții standardizate, într-o cameră izolată fonic, cu o intensitate medie a stimulului, iar actul motric de răspuns să fie cît mai simplu posibil.

Componentele perioadei latente a reacției motrice sînt :

— *durata recepționării stimulului* (în medie 3—5 ms) constă în perioada de timp necesară depolarizării membranei celulare a receptorului căruia se adresează stimulul. În cazul utilizării unui stimul vizual, depolarizarea are loc la nivelul conurilor și bastonașelor din retină, declanșînd o serie de procese fiziologice și biochimice, în virtutea cărora purpura vizuală se descompune în elementele sale constitutive și astfel se înlesnește transformarea stimulului vizual în influx nervos, care apoi se va propaga spre centrii nervoși superiori. Întîrzierea la nivelul sinapsei retino-optice este de numai 2—3 ms (G. Lehmann, 1960). Un stimul acustic determină printr-un ciclu de procese fiziologice și biochimice la fel de complexe depolarizarea membranei celulelor auditive din organul lui Corti. Impresionarea receptorilor cutanați (corpusculii Meissner, discurile Merkel, corpusculii Ruffini sau Krause), a papilelor gustative, a celulelor etmoidale, precum și a proprioceptorilor din mușchi, tendoane, aponevroze (receptori Vater-Pacini, corpusculi Golgi etc.), într-o manieră similară, are ca efect imediat și direct depolarizarea membranei celu-

Scanned with OKEN Scanner

lare, urmată de transformarea stimulului în influx nervos. Acest procedeu fiziologic și biochimic complex de transformare a stimulului în influx nervos a fost denumit de neurociberneticieni *codificarea* mesajului sau a informației care a fost comunicată receptorilor prin acțiunea stimulului administrat. Într-adevăr, recepționarea stimulului și transformarea lui în influx nervos de către traductorii biologici, reprezentați prin receptorii diferiților analizatori, respectă principiul fizicii și termodinamicii aplicate la particularitățile sistemelor biologice ;

— *transmiterea aferentă* spre sistemul nervos central a mesajului, sub forma unei unde de depolarizare a membranei dendritelor și axonilor neuronali (implicați în această transmitere), are o durată variabilă, în funcție de distanța parcursă de la receptor pînă la nucleul cortical al analizatorului stimulat. Mesajele vizuale, acustice, olfactive și gustative parcurg cei cîțiva cm în 5—10 ms, iar cele cu punct de plecare cutanat sau mioartrokinetic, în funcție de locul stimulării, necesită un timp de transmitere aferentă pînă la 20—25 ms. Aceste intervale de timp cuprind și timpul consumat la nivelul sinapselor interneuronale, care sînt cu atît mai mari, cu cît stimulul străbate un număr mai mare de astfel de sinapse interneuronale (întîrzierea sinaptică) ;

— *timpul central* necesar recepționării, analizei, sintezei și elaborării comenzii adecvate stimulului are o durată mai mare decît timpul de recepționare și de transmitere aferentă la un loc și este în funcție de viteza de desfășurare a unor reacții biochimice complexe de la nivelul neuronilor corticali. La acest nivel există variații individuale destul de mari, determinate de concentrația și viteza de desfășurare a acțiunii enzimelor implicate în „decodificarea" mesajului primit.

Datele recent publicate de K. Lissák și colab. (1976) arată că această componentă complexă a latenței reacției motrice este perfectibilă prin antrenament. Autorii au observat scăderi ale timpului central de la 82 la 70 ms în urma unui program de antrenament de 4 ani, bazat mai ales pe exerciții speciale de viteză. A. Laufberger (1975) a studiat durata diferitelor componente ale perioadei de latență a reacției motrice și a constatat că

Scanned with OKEN Scanner

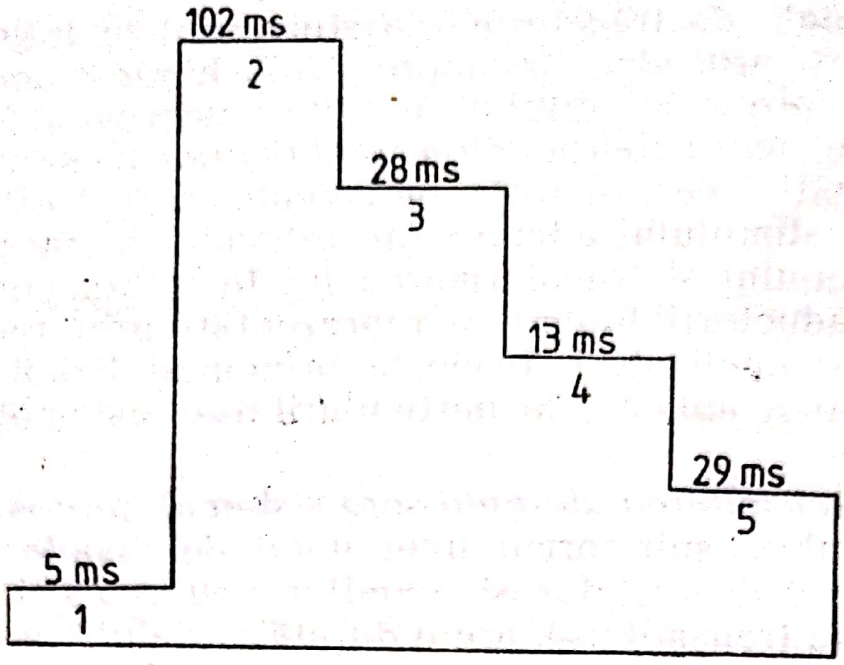


Fig. 1. Componentele timpului de reacţie : *1*= timpul de recepţionare, 2=timpul de transmitere aferentă, 3=timpul central, 4=timpul de transmitere eferentă, 5=timpul efector.

timpul aferent central în cazul unui stimul complex are o durată medie de 100 ms, timpul de diferenţiere centrală 80—90 ms, iar elaborarea şi codificarea comenzii motrice, perioadă denumită de el *„timp cortical motor"*, durează în medie 30 ms (fig. 1). Dacă ţinem seama de dificultatea tehnică de determinare a acestor componente, datele publicate de acest autor sînt dintre puţinele de acest gen care surprind fenomenul complex al recepţionării, decodificării şi prelucrării mesajelor periferice de către scoarţa cerebrală şi totodată codificarea comenzii efectuate la nivelul aparatului central efector, situat în ariile motoare corticale. Desigur, în cazul unui stimul simplu, în care subiectul nu este pus în situaţia să descifreze şi să diferenţieze mesaje complexe şi multidimensionale, ci pur şi simplu să răspundă printr-un act motric elementar la un stimul simplu, dinainte cunoscut, timpul central este mult mai scurt. În acest caz numărul sinapselor implicate în transmiterea centrală şi prelucrarea informaţiei prin decodificare, analiză, sinteză şi elaborarea comenzii motorii necesare răspunsului este mult mai mic. Timpul central de recepţionare şi de prelucrare a mesajului este strîns corelat cu starea funcţio-

Scanned with OKEN Scanner

nală actuală a scoarței cerebrale. De exemplu, buna dispoziție, starea de relaxare și de odihnă, interesul și motivația corespunzătoare facilitează prelucrarea rapidă a informației, în timp ce dezinteresul, oboseala nervoasă și fizică, starea de încordare excesivă etc. duc la prelungirea intervalului de timp necesar analizei, sintezei și elaborării comenzii motorii. La copii și tineri timpul central de prelucrare a informației este ușor prelungit. Pe un lot de tineri de 16 ani, G. Lehmann (1960) a găsit un timp de prelucrare centrală mediu de 125 ms ;

— *transmiterea eferentă* a mesajului de răspuns de la centrii corticali motori, situați la nivelul circumvoluțiunii frontal-ascendente (aria prerolandică nr. 4 a lui Brodmann), se realizează prin intermediul axonilor căii piramidale (în medie 6 ms) și a motoneuronilor alfa-medulari (în medie 8—10 ms). Ca și în cazul conducerii aferente, durata transmiterii mesajului de răspuns în sens eferent depinde de grosimea și de învelișul de mielină ale axonilor implicați în transmitere, precum și de distanța care trebuie parcursă pînă la efectorul comandat ;

— *timpul efector* necesar pregătirii și realizării actului motric comandat are o durată de 25—35 ms. Acest interval de timp este compus din următoarele momente neurofiziologice : excitarea plăcii neuromusculare (în medie 2—5 ms) ; generalizarea excitației în mușchi, prin intermediul așa-numitelor „triade" descrise relativ recent (în medie 10—15 ms) și apariția răspunsului motor simplu (în medie 10—15 ms).

Spre deosebire de actul motor standardizat și simplu, un act motor complex, caracteristic deprinderilor motrice specifice diferitelor ramuri și probe sportive, reclamă un timp de execuție motorie mult mai mare așa cum vom vedea la analiza vitezei de execuție.

Reacțiile simple, standardizate, sînt create artificial în laborator în vederea depistării latenței reacției motrice elementare. În condiții obișnuite, la sportivi, pot fi considerate ca reacții simple startul sau apăsarea pe trăgaci la probele de pistol viteză la semnalul vizual de întoarcere a siluetelor. Apăsarea pe pedala de frînă la conducătorii auto, deși pare o reacție simplă, în reali-

Scanned with OKEN Scanner

tate este o reacție complexă, avînd în vedere necesitatea selecționării variantei optime de răspuns dintr-un număr relativ mare de soluții posibile.

În aceste acte motrice simple, bazate pe formele elementare ale timpului de reacție, acționează legile transferului. Astfel, persoanele care au o viteză de reacție foarte bună, deci care au capacitatea de a reacționa prompt la stimulii neprevăzuți într-o situație dată, de exemplu, în anumite situații critice de joc, se dovedesc a fi rapizi și prompți și în alte situații similare. Din cercetările efectuate împreună cu ing. A. Gagea și colectivul laboratorului de cercetări al I.E.F.S., rezultă că sportivii care prezintă valori bune ale timpului de reacție la stimuli vizuali dau răspunsuri motrice rapide și în cazul altor forme de stimul (acustic, cutanat etc.). Pare paradoxal, dar excitanții dureroși provoacă reacția de răspuns într-un interval de timp de latență prelungit, în comparație cu excitanții acustici, vizuali și de palpare. Relația dintre natura stimulului și durata latenței reacției motrice simple este redată în tabelul alăturat, alcătuit pe bază experimentală de către W. Thörner (1959).

Tabelul nr. 1

Natura stimulului	Timp de reacție (în ms)	Natura stimulului	Timp de reacție (în ms)
Palpare	140	Rece	250
Sunet	150	Miros	280
Lumină	180	Căldură	500
Gustativ	190	Dureros	800

Într-o publicație recentă, J. Koltai și L. Nádori (1976) arată că la fotbaliștii de elită nu există o diferență semnificativă a latenței reacției motrice la stimuli vizuali sau acustici. Media timpului de reacție la un număr de 10 fotbaliști a fost găsită de 138,5 ms în cazul aplicării excitantului vizual și de 139,3 ms la excitant acustic. Noi am găsit la trăgătorii de pistol viteză o medie de 186 ms, iar la pușcași media a fost de 207 ms (A. Demeter, A. Gagea, G. Barani, 1978). Diferența destul de mare între valorile găsite de noi și alți autori care

Scanned with OKEN Scanner

au înregistrat la sportivi timpul de reacție se datorește în cea mai mare parte faptului că noi am lucrat cu un aparat electronic ultramodern, de mare sensibilitate, care nu prezintă inerție în momentul declanșării stimulului, ci pornește instantaneu și din acest motiv timpul înregistrat de noi este cel real, fără latența proprie aparatelor bazate pe înscriere mecanică, care datorită întîrzierii de declanșare a înregistrării evidențiază timpi mult mai scurți, diferența mergînd pînă la 50 ms. Situația existentă în acest domeniu este similară cu aceea întîlnită în domeniul cronometrajului, unde timpul înregistrat manual este mai scurt în comparație cu cel înregistrat cu aparate electronice, care la ora actuală sînt considerate ca fiind mai precise și mai reale.

Datele obținute de noi la un număr foarte mare de sportivi fruntași, care practică cele mai diferite discipline și probe la nivel înalt (componenți ai echipelor naționale și olimpice), coroborate cu performanțele lor realizate la marile competiții naționale și internaționale, ne îndreptățesc să considerăm ca valori excepționale mediile alcătuite pe baza a 12 determinări succesive, ce se situează pînă la 180 ms ; foarte bine acordăm pentru valori pînă la 190 ms, bine la valori de 190—210 ms, mediocru la 210—230 ms și slab la valori de peste 230 ms. Astfel, valorile mai vechi cum sînt cele publicate de marele fiziolog german G. Lehmann în 1953, pentru populație, avînd ca valori medii (la un număr mare de persoane neantrenate, care nu au făcut sport niciodată) 189 ms, trebuie acceptată din perspectivă istorică. În general se impune ca odată cu publicarea datelor să se indice amănunțit și metoda de determinare, precum și caracteristicile tehnice ale aparaturii utilizate în determinare. Este interesant de remarcat că același G. Lehmann a determinat și timpii parțiali ai latenței reacției motrice simple, în cazul aplicării unui stimul vizual, găsind următoarele valori :

— recepția la nivelul retinei, 15 ms ;
— întîrzierea sinaptică la nivelul retino-optic, 2 ms ;
— conducerea aferentă prin nervul optic, 1 ms ;
— conducerea aferentă în creier, 30 ms ;
— timpul de prelucrare central, 95 ms ;

Scanned with OKEN Scanner

— conducerea eferentă pînă la punctul terminal al măduvei spinării, 6 ms ;
— conducerea eferentă pe motoneuronul alfa, 8 ms.
— excitarea plăcii neuromusculare, 2 ms ;
— generalizarea excitației în mușchi și apariția răspunsului, 30 ms.

Totalul de 189 ms ar corespunde și azi unei valori foarte bune pentru sportivi. Prin reevaluarea duratei totale a latenței reacției motrice ar suferi modificări toate sau majoritatea elementelor componente ale acesteia, însă raportul exact într-o asemenea situație s-ar putea stabili numai în urma determinării precise a acestor componente în parte.

În practica medico-sportivă determinarea timpului de reacție este de cea mai mare actualitate. Există numeroase tipuri de aparate destinate unor astfel de determinări, de la cele mecanice, cum sînt aparatul preconizat de A. Kereszty și M. Unger (1967), acela construit de Löbner sau cel al tehnicianului I. Popescu, de la Catedra Medicală a I.E.F.S. București, pînă la aparate electronice ultramoderne, cum este cronograful electronic preconizat de ing. L. Böhm și A. Gagea. Pe plan mondial au apărut aparate cu performanțe excepționale, care au și dispozitive anexe de administrare automată a stimulului, după algoritmul dorit de cercetător. De exemplu, aparatul electronic preconizat de Csinády — Sebestyén are un generator automat de stimul, care emite, după un cod prestabilit, impulsuri aritmice timp îndelungat și înregistrează rezultatele tot în mod automat. Din înregistrarea răspunsurilor primite ca urmare a unor astfel de serii de impulsuri, autorii au putut formula concluzii interesante privind apariția oboselii corticale atît în cadrul muncii productive, cît și în activitatea sportivă de performanță.

Faptul că măsurarea timpului de reacție reprezintă o metodă valoroasă în studiul fenomenelor fiziologice și psihologice intime, petrecute în scoarța cerebrală, a fost dovedit de J. Csinády (1965) la jucătorii de tenis de masă. Într-o primă serie de experiență a determinat timpul de reacție la stimul vizual și la un stimul acustic asemănător zgomotului produs de mingea din plastic în momentul lovirii mesei. La experiment au participat

Scanned with OKEN Scanner

jucătorii de tenis de masă din reprezentativa Ungariei și un lot martor de aceeași vîrstă. Timpul de reacție înregistrat separat pentru fiecare stimul în parte nu a evidențiat deosebiri mari între cele două grupe de subiecți. În a doua serie de experiențe însă, cînd stimulul luminos a fost aplicat asociat cu stimulul acustic (specific din tenisul de masă), diferența între cele două loturi a fost foarte mare : la martorii nesportivi timpul de reacție la stimul complex s-a lungit considerabil, pe cînd la jucătorii de tenis de masă s-a înregistrat scurtarea semnificativă a timpului de reacție. Fenomenul se explică prin faptul că, la persoanele neobișnuite cu acest cuplu de stimul, timpul de reacție al stimulului luminos aflat pe parcursul elaborării răspunsului adecvat s-a prelungit prin procesul de inhibiție externă, reprezentat prin apariția la scurt interval al celui de al doilea stimul acustic, care astfel a devenit un stimul negativ cu rol de inhibiție. La jucătorii de tenis de masă, cuplarea celor doi stimuli a dus la scurtarea timpului de reacție, deoarece acești stimuli apar frecvent împreună în antrenament, ceea ce a dus la elaborarea unor legături de tipul reflexelor condiționate, care în final au drept rezultat facilitarea reciprocă a elaborării răspunsului dat la cei doi excitanți cuplați.

În concluzie, latența reacției motrice sau timpul de reacție simplu, ca răspuns la un excitant dinainte stabilit printr-un act motric elementar, este diferit, și depinde de natura excitantului aplicat și de particularitățile individuale ale sistemului nervos al fiecărui individ, determinat genetic. Dintre componentele de bază ale timpului de reacție, cel mai mult timp se consumă pentru recepționarea, analiza și sinteza corticală, aceasta fiind totodată cea mai dinamică și perfectibilă componentă a latenței reacției motrice simple. La sportivi, în funcție de experiența personală a fiecăruia și de ramura de sport practicată, timpul de reacție este mai scurt sau mai lung, mai ales în actele motrice specifice ramurii practicate, fără a exista o corelație strînsă între timpul de reacție și performanțele realizabile în eforturile specifice de viteză, performanța aflîndu-se sub determinismul complex al mai multor factori.

Scanned with OKEN Scanner

2.2.2. Viteza de execuție

Viteza de execuție reprezintă timpul necesar efectuării integrale a unor acte motrice mai complexe sau a celor realizate în condiții îngreuiate cînd atît stimulul, cît și execuția conțin elemente de surpriză. Astfel de stimuli pot fi obiecte aflate în mișcare, iar execuția de cele mai multe ori se bazează pe o selecție prealabilă a răspunsului adecvat din mai multe răspunsuri posibile.

În condiții de laborator, timpul de execuție cuprinde întreaga perioadă de timp de la emiterea stimulului pînă la încheierea unei mișcări dinainte stabilite. Exemplu de un astfel de test este dat de autorii maghiari J. Csinády și I. Sebestyén (1967) în care subiectul examinat este instruit ca la un semnal stabilit (de exemplu, sonerie sau lumină) să ridice și apoi să așeze la o distanță de 50 cm un cilindru de metal. În asemenea condiții standard de laborator, dar și în cazul unor mișcări mai complexe, caracteristice unor deprinderi motrice specifice diferitelor ramuri sau probe sportive, timpul de execuție cuprinde următoarele patru faze :

— faza aferentă, reprezentată prin recepționarea și transmiterea aferentă a stimulului declanșator ;

— faza centrală de prelucrare, concretizată prin analiza și sinteza mesajului și elaborarea comenzii ;

— faza sau componenta eferentă, reprezentată de transmiterea spre mușchi a răspunsului motor ;

— faza de răspuns efectiv, concretizată prin execuția mișcării comandate.

Aceste faze sînt reprezentate schematic în figura 2, viteza de execuție însumînd toate componentele mutării cilindrului metalic la 50 cm, la un semnal exteroceptiv.

În activitatea sportivă, reacția motrică caracteristică diferitelor ramuri sau probe este de obicei mai complexă. De cele mai multe ori, în sport este vorba despre o reacție motrică declanșată de către un obiect care se mișcă sau despre o reacție efectuată în condiții îngreuiate sau de opțiune dintr-o gamă largă de variante posibile.

2.2.2.1. **Viteza de execuție declanșată de către un obiect în mișcare,** de exemplu, tragerea la țintă la pistol viteză sau un gest motric complex al baschetbalistului

Scanned with OKEN Scanner

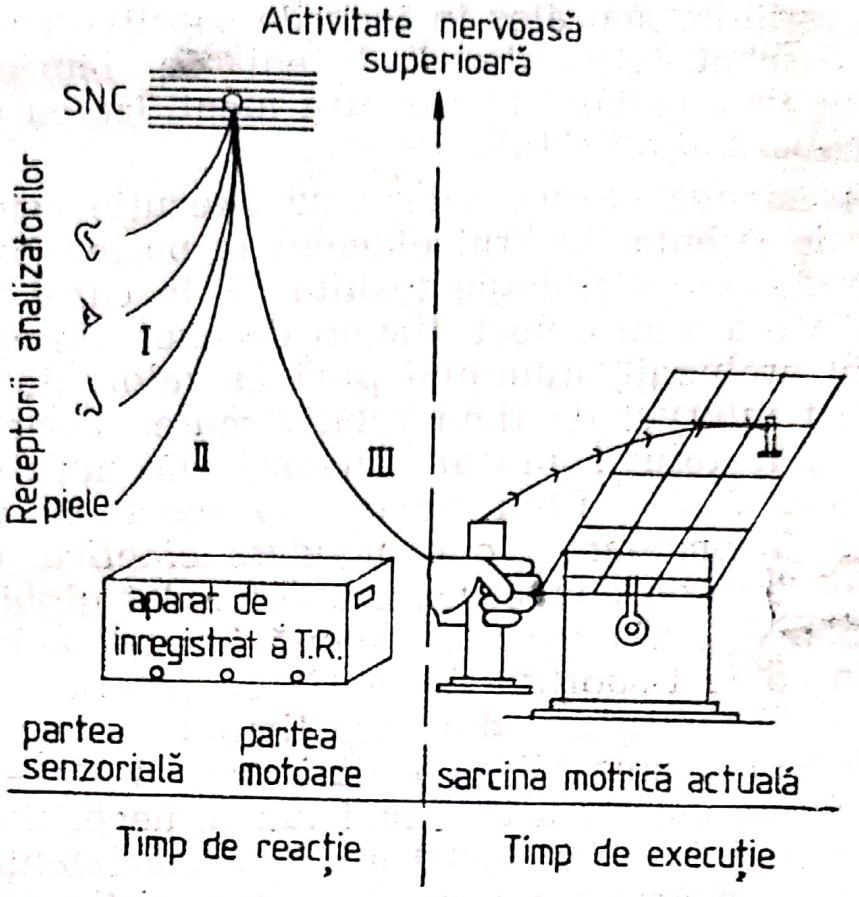


Fig. 2. Schema înregistrării vitezei de execuție.

este îngreuiat de complexitatea părții aferente a reacției motrice, care de fiecare dată include identificarea obiectului în mișcare, perceperea direcției, traiectoriei și a vitezei de înaintare. La toate aceste elemente dificile se mai adaugă alegerea momentului optim de declanșare a răspunsului, apoi executarea propriu-zisă a reacției de răspuns, care nu este chiar simplă în cele mai multe cazuri.

Viteza de execuție poate fi solicitată în practica sportivă în două variante principale și anume:

a) în situații standard, în care direcția, viteza, înălțimea și eventual alți parametri ai zborului obiectului în mișcare sînt cunoscute dinainte. De exemplu, tragerea la talerele aruncate din turn;

b) în situații neprevăzute, care implică o activitate de orientare spre obiectul care se mișcă, ceea ce atrage după sine prelungirea considerabilă a timpului de execuție. Vom vedea la capitolul următor, că în astfel de

Scanned with OKEN Scanner

situații întîlnite mai ales în jocurile sportive cu mingea (volei, baschet, fotbal, handbal, tenis de cîmp etc.), cel mai mult timp se consumă pentru identificarea parametrilor de bază ai obiectului de joc.

În asemenea cazuri, viteza de execuție este determinată de latența fiecărui element în parte. Din datele recente de neurofiziologie rezultă că, în cazul apariției neașteptate a unui obiect, timpul de execuție este semnificativ prelungit, ajungînd pînă la valori de 900 ms. Din acest interval de timp relativ mare, observarea și fixarea obiectului zburător consumă mai mult de 50%, ochiul sportivului fiind nevoit să efectueze un efort dublu de acomodare: o *acomodare cinetică*, obținută prin mișcarea de convergență a celor doi globi oculari și o *acomodare dioptrică* la distanță, impusă de lungimea traseului obiect-sportiv. Acomodarea cinetică se realizează în 175—225 ms, din care timpul de convergență propriu-zisă a mușchilor oculari este de 30—100 ms. Acomodarea dioptrică este mai lungă, necesitînd, de la caz la caz, între 200 și 400 ms. Această latență destul de lungă, consumată pentru observarea și fixarea obiectului care se mișcă, impune ca o necesitate obiectivă, perfecționarea capacității de observare rapidă a țintei mobile sau a obiectului care zboară, printr-o exersare corespunzătoare. Practica ne arată că această capacitate se poate perfecționa prin exerciții bine selecționate și judicios eșalonate în cadrul ciclului săptămînal de antrenament. Specialiștii maghiari J. Koltai și L. Nádori (1976) recomandă în acest scop jocuri dinamice, în care sportivul trebuie să reacționeze rapid la apariția unei mingi aruncate din poziții și cu traiectorii și viteze diferite, respectînd regula „de la ușor la greu". Prin schimbarea traiectoriei și a vitezei mingii, se pot crea situații din ce în ce mai dificile, care solicită tot mai mult capacitatea de reacție rapidă a sportivului în cele mai variate situații.

Atunci cînd obiectul aflat în mișcare, (de exemplu, mingea) este fixat de privirea jucătorului înainte de deplasarea lui, reacția motrică și implicit viteza de execuție vor fi avantajate. Din practică se știe că un bun jucător de tenis poate anticipa cu destul de mare precizie traiectoria viitoare a mingii, din felul în care ad-

Scanned with OKEN Scanner

versarul se pregătește să execute lovitura. Viteza de zbor a mingii în multe jocuri sportive (fotbal, handbal, tenis, volei etc.) poate fi atît de mare, încît reacția directă la mingea care deja a pornit în momentul observării este aproape imposibilă. După cum a arătat recent specialistul american R. Nelson, viteza mingii de volei în jocul modern, la o lovitură puternică de atac, depășește 40 m/s, iar timpul de zbor pînă la sol nu depășește 75—80 ms. În unele cazuri, voleibaliștii experimentați reușesc să intercepteze astfel de mingi, datorită anticipării direcției de zbor a acesteia din fazele pregătitoare ale loviturii.

Precizia reacției față de obiectul care zboară se poate perfecționa treptat pe parcursul ontogenezei. Pînă la 10 ani ea este defectuoasă, dar odată cu îmbunătățirea coordonării generale crește și capacitatea de a răspunde mai prompt și mai precis față de obiectele care se află în mișcare. Profesorul de educație fizică și antrenorul trebuie să explice elevilor de vîrstă școlară antepubertară că actul motric se inițiază și se execută cu un oarecare avans față de obiectul care se mișcă.

2.2.2.2. **Viteza de execuție în condiții îngreuiate** sau în condiții de opțiune din mai multe răspunsuri posibile are de asemenea un timp mai lung de execuție, în comparație cu latența simplă a reacției motrice. Sportivul este pus în asemenea situații foarte des nu numai în jocurile sportive unde „fenta" are ca scop derutarea adversarului, dar și în sporturile în care partenerii vin în contact, cum sînt : boxul, scrima, luptele libere și greco-romane ș.a. În toate aceste discipline sportive variantele posibile ale răspunsului motric într-o situație dată sînt foarte numeroase. Alegerea și executarea rapidă a uneia dintre variantele apropiate de cea optimă creează derută în acțiunile adversarului și-l obligă la comiterea unor greșeli prin reacții neadecvate sau descoperirea unei părți a corpului etc.

Această capacitate de reacție rapidă față de situațiile apărute în urma schimbării neașteptate a comportamentului partenerului de luptă sau a ambianței înconjurătoare se perfecționează odată cu ridicarea măiestriei sportive. Începătorul nu are la îndemînă răspunsuri adecvate gata elaborate pentru diverse situații și atunci

Scanned with OKEN Scanner

cînd este pus să aleagă o variantă de răspuns, cît de cît eficient, ezită, ceea ce duce negreșit la prelungirea timpului de execuție. În schimb, sportivul avansat, datorită experienței dobîndite pe parcursul unui proces îndelungat de pregătire și activitate competițională, reacționează rapid și eficient, deoarece răspunsul lui se elaborează deja din momentul declanșării unor acțiuni pregătitoare ale adversarului, neașteptînd acțiunea motrică propriu-zisă. Din practică, se cunoaște foarte bine desfășurarea invariabilă a evenimentelor în cazul loviturii de pedeapsă (11 m) de la fotbal. În cazurile în care portarul reacționează doar la mingea lovită și pornită spre poartă, nu are nici o șansă să preîntîmpine marcarea golului, chiar în condițiile în care mingea a fost lovită cu forță medie, dar este bine plasată. În schimb, dacă reacția portarului este inițiată din timpul fazelor pregătitoare ale lovirii mingii, prin intuirea intenției adversarului din gesturi abia perceptibile, de modificare a tonusului muscular într-o direcție sau alta, anticiparea portarului are în astfel de situații o bază obiectivă, cu mari șanse în evitarea înscrierii golului. Anticiparea este capacitatea psihofiziologică a omului, bazată pe atenția distributivă, experiența motrică anterioară și posibilitatea de reactualizare rapidă a schemelor motrice stocate în memoria motrică a scoarței cerebrale. Aceste reacții la acțiunile pregătitoare ale adversarului au la bază existența unor etape sau faze biomecanice obligatorii ale fiecărei acțiuni motrice. După cum a stabilit M. F. Koreakin încă în 1958, prima fază a unui act motric este o așa-numită „fază tonică", în care are loc modificarea aproape imperceptibilă a tonusului postural, care pentru un ochi experimentat se trădează prin schimbarea neînsemnată a poziției. Numai după această fază pregătitoare începe faza a doua în care este executată mișcarea propriu-zisă. Sportivii cu experiență își perfecționează treptat capacitatea de a reacționa la prima fază a actului motric al adversarului. Dezvoltarea capacității de a reacționa rapid la gesturile pregătitoare ale adversarului se realizează prin crearea unor situații tot mai complexe, mărind treptat dificultatea opțiunii prin adăugarea de noi și noi variante și schimbarea ordinii diferitelor variante posibile.

Scanned with OKEN Scanner

În ultimul timp, studiile consacrate vitezei de reacție și de execuție folosesc, din ce în ce mai mult, teoria informației în explicarea mecanismelor fine ale recepționării, transmiterii și prelucrării mesajelor periferice de către analizatori și scoarța cerebrală. Una din noțiunile fundamentale ale teoriei informației, a incertitudinii sau nedefinirii unei situații poartă denumirea de *entropie*.

Noțiunea de entropie derivă din cuvîntul grecesc „entrope", „involuție" și a fost introdusă în termodinamică în 1850, de către Clausius, în vederea exprimării ireversibilității proceselor fizice macroscopice. Toate sistemele fizice izolate — adică sustrase influențelor sistemelor din exteriorul lor — tind să treacă în mod ireversibil spre stări succesive din ce în ce mai probabile, mai puțin organizate, mărindu-și continuu entropia lor, pînă la un maximum ce corespunde stării de echilibru termodinamic. Astfel, un corp mai cald cedează căldură mediului înconjurător pînă la egalizarea temperaturilor. Acest fenomen este cunoscut în termodinamică sub denumirea de „legea creșterii entropiei" sau „principiul al doilea al termodinamicii", conform căruia stările cu entropie mai mare se caracterizează printr-un grad mai scăzut de organizare. Peste tot în natură stările dezordonate sînt mai probabile ca cele organizate, ordonate. Din acest motiv, în mod spontan, marea majoritate a fenomenelor decurg într-un singur sens, cel al creșterii dezorganizării și deci al creșterii entropiei: delta $S > O$. Sistemele biologice, caracterizate printr-un grad înalt de organizare, se evidențiază prin valori scăzute ale entropiei : omul ca și animalele ingeră produși cu entropie scăzută, cum sînt proteinele, iar substanțele metabolice rezultate din degradarea lor — apa, bioxidul de carbon, ureea — au entropie mare. Butada lui Schrödinger, care spunea că „organismul se hrănește cu entropie negativă", exprimă foarte plastic această realitate.

În teoria informației s-a stabilit o analogie profundă între entropia negativă (negentropie) și cantitatea de informație, ceea ce a dus la aplicarea noțiunii de entropie în numeroase discipline științifice. În teoria matematică a informației elaborată de C. Shannon se dă o măsură a informației legată de înlăturarea printr-un

Scanned with OKEN Scanner

mesaj a unei incertitudini sau nedeterminări în privința realizării unui eveniment. În acest context latența reacției motrice simple, cînd răspunsul este cunoscut dinainte, de exemplu, apăsarea pe un buton în momentul apariției unui stimul luminos sau acustic, de asemenea cunoscut dinainte, trebuie considerată ca o situație specială, în care entropia este nulă. Odată cu apariția posibilității de alegere dintre răspunsuri sau stimuli probabili, entropia situației crește paralel cu numărul situațiilor posibile. Viteza de execuție în toate aceste situații de opțiune este prelungită, entropia situațională fiind și ea crescută în funcție de numărul răspunsurilor posibile. În cazul loviturii de pedeapsă la fotbal, dacă se stabilește în antrenament ca atacantul să trimită mingea numai în colțul de sus din dreapta, reacția portarului va fi ușurată, entropia situației fiind nulă. În schimb, dacă atacantul va putea executa lovitura în varianta în care mingea poate fi trimisă în ambele colțuri din dreapta (sus și jos), apoi în toate cele patru colțuri ale porții și în final în orice loc al porții, timpul de execuție al portarului va fi prelungit paralel cu complicarea situației, datorită creșterii considerabile a entropiei situațiilor concrete. De asemenea, va scădea și probabilitatea reușitei acțiunii portarului odată cu creșterea entropiei situaționale.

Atît în jocul de fotbal, cît și în alte ramuri de sport, în condițiile reale ale luptei sportive, executarea unei acțiuni sau deprinderi motrice specifice micșorează incertitudinea celei de a doua mișcări. De exemplu, o centrare de pe extremă micșorează certitudinea pasării din nou a mingii înapoi spre extremă și mărește certitudinea unui șut la poartă. Cu alte cuvinte, prima acțiune este purtătoarea informației despre caracterul probabil al celei de a doua acțiuni.

Informația comunicată printr-o acțiune este cu atît mai mare, cu cît aceasta înlătură o incertitudine mai mare. Matematic poate fi redată prin diferența dintre entropia dinaintea apariției acțiunii și entropia situației după acțiune. Antrenamentul sportiv prin îmbogățirea experienței personale a sportivilor cu un stagiu îndelungat de activitate competițională contribuie la mărirea capacității acestora de a descifra mai repede și mai

Scanned with OKEN Scanner

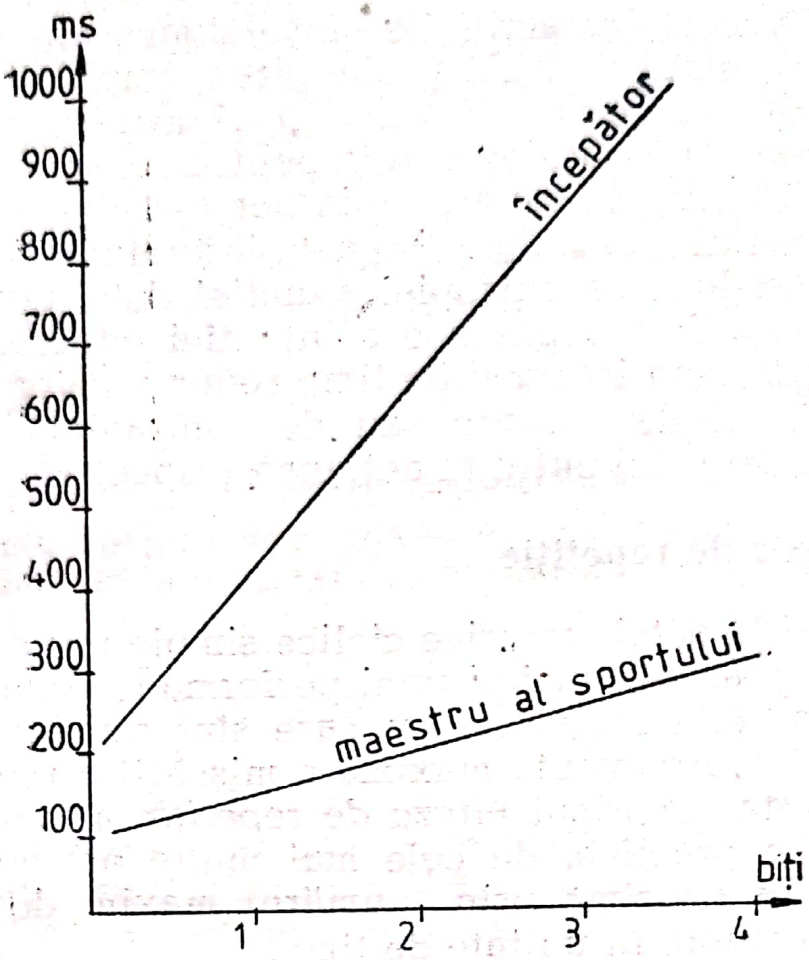


Fig. 3. Dependența timpului de prelucrare a informației în funcție de cantitatea ei exprimată în biți, la sportivi cu nivel de pregătire diferit.

exact mesajele comunicate involuntar, prin gesturi mai puțin controlabile (așa-numita meta-comunicație prin gesturi involuntare) și astfel fără un efort deosebit el micșorează entropia informațională a acțiunii adversarului său direct, facilitînd alegerea și executarea mai rapidă a unei variante proprii optime de răspuns (fig. 3).

În concluzie, viteza de execuție în cazul unor acte motrice complexe sau în condițiile speciale de îngreuiere și de opțiune, cuprinde perioada de timp ce se consumă din momentul apariției semnalului pînă la încheierea completă a actului motric adecvat. În cazul în care semnalul declanșator este un obiect în mișcare (minge, țintă mobilă etc.), identificarea, perceperea direcției, traiectoriei și a vitezei de înaintare, precum și alegerea momentului optim de declanșare a reacției de răspuns sînt consumatoare de timp suplimentar. Condițiile atmos-

Scanned with OKEN Scanner

ferice nefavorabile, acțiunile înșelătoare ale adversarului pot determina și ele prelungirea timpului de execuție. Urmărirea cu atenție a actelor și gesturilor motrice ale adversarului poate evidenția pentru un sportiv experimentat schimbarea ușoară, abia perceptibilă, a repartizării tonusului muscular. Această informație suplimentară, prin reducerea entropiei situației date, poate contribui la descifrarea precoce a intenției adversarului și adoptarea într-un interval de timp redus a celor mai eficiente măsuri de apărare sau de contraatac, mărind șansa de cîștig, cel puțin în acțiunea respectivă.

2.2.3. **Viteza de repetiție**

Deseori în actele motrice ciclice simple sau complexe pe primul plan al reușitei unei performanțe remarcabile poate fi situată frecvența cu care sînt repetate aceste acte motrice. Frecvența maximă a mișcărilor repetate în mod voluntar exprimă *viteza de repetiție* a actului motric dat. În practică, de cele mai multe ori, viteza de repetiție se exprimă prin numărul maxim de mișcări simple efectuate în unitate de timp.

Din punct de vedere fiziologic, capacitatea omului de a efectua acte motrice repetate cu mare frecvență depinde de mobilitatea sau labilitatea funcțională a sistemului nervos central, în direcția emiterii unor comenzi rapide în mod succesiv, precum și de capacitatea funcțională a efectorului muscular de a îndeplini cu frecvență ridicată aceste comenzi. În ultimă analiză, factorul determinant și totodată limitativ este reprezentat de către sistemul muscular ca efector periferic, a cărui viteză de contracție și de relaxare succesivă este esențială din acest punct de vedere. În cazul în care timpul de execuție a mișcării repetate se prelungește, intervine în sens limitativ și oboseala plăcii motorii, la nivelul căreia au loc sinteza și inactivarea mediatorilor chimici. Odată cu solicitarea extremă a mobilității funcționale corticale, oboseala survenită la acest nivel determină înrăutățirea rapidă a performanței motrice repetate cu mare frecvență.

În unele discipline și probe viteza de repetiție poate fi hotărîtoare în obținerea unor rezultate de mare va-

Scanned with OKEN Scanner

loare. Astfel, în probele de viteză din atletism frecvența maximă a pașilor — în condițiile lungimii lor corespunzătoare — joacă un rol esențial în realizarea marii performanțe. De asemenea, în box, frecvența loviturilor în unele momente ale luptei „corp la corp" are o mare importanță în obținerea victoriei. Chiar și în tenisul de masă, uneori și în tenisul de cîmp este solicitată la maximum viteza de repetiție a jucătorului, mai ales în „dueluri de volé" din apropierea fileului. La tenisul de cîmp duelurile la fileu îmbracă aspecte variate ce solicită viteza de repetiție în condiții neobișnuite, de fiecare dată fiind necesară o reevaluare a situației create, în urma răspunsului adversarului. Ceva mai complexă este mișcarea repetată a trăgătorului la pistol viteză, unde în seriile de 4 s trebuie să mute arma de la o țintă la alta cu mare viteză, să ochească și să declanșeze trăgaciul de 5 ori. În aceste condiții viteza de repetiție este strîns corelată cu capacitatea trăgătorului de a aprecia corect microintervalele de timp corespunzătoare zecimilor și chiar sutimilor de secundă. Specialiștii maghiari J. Koltai și L. Nádori (1976) sînt de părere că cei care apreciază corect microintervalele de timp au o latență scurtă a reacției motrice și prezintă o mare viteză de repetiție. Pentru testarea în laborator a vitezei de repetiție se utilizează o serie de probe relativ simple. Cea mai răspîndită este proba „tapping", în care viteza de repetiție este determinată de numărul maxim de atingeri cu creionul pe o hîrtie în unitatea de timp sau pe o placă metalică cu un electrod care închide un circuit de fiecare dată, numărul atingerilor realizate fiind redat de un calculator numeric.

Noi am utilizat în acest scop cu rezultate bune „testul mașinii de scris", cronometrînd timpul consumat de subiect (instruit în prealabil) pentru apăsarea cît mai rapidă pe cele 85 de poziții din claviatura unei mașini de scris. Dintr-un studiu longitudinal, efectuat la o școală generală din București, timp de 4 ani, am constatat că pînă la 10 ani viteza de repetiție progresează lent, ca după 10 ani să asistăm la o dezvoltare explozivă a acesteia, copiii de 11—12 ani apropiindu-se de valorile adulților.

Scanned with OKEN Scanner

În concluzie, frecvența maximă a mișcărilor succesive în unitate de timp exprimă viteza de repetiție a actului motric dat. Acest element de bază al vitezei este determinat din punct de vedere fiziologic de labilitatea funcțională a centrilor nervoși și a efectorului muscular, în mare parte determinată genetic. Persoanele care pot aprecia corect microintervalele de timp prezintă și o mare viteză de repetiție.

2.2.4. **Viteza de deplasare**

Spre deosebire de viteza de reacție, de execuție și de repetiție, care sînt considerate drept forme elementare ale calității fizice viteză, rapiditatea actelor motrice integrale, ca : alergarea, marșul sportiv, înotul etc., exprimă *viteza de deplasare*, ca formă complexă de manifestare a vitezei. În practica educației fizice și sportului, această formă complexă a vitezei are cea mai mare importanță, deoarece oglindește posibilitățile momentane ale sportivului pentru parcurgerea cu maximum de viteză a unei distanțe date. În probele de viteză la atletism, ca și la înot, viteza crescută de deplasare este esențială pentru victorie, iar în multe alte ramuri de sport, ca : fotbal, handbal, tenis, rugbi, baschet și altele poate crea avantaje incontestabile în unele faze ale întrecerii sportive.

Viteza de deplasare, ca formă complexă de manifestare a vitezei, se află într-o relație dialectică de interdependență relativă cu formele elementare de manifestare a vitezei. Astfel, în proba de 100 m plat, performanța realizată depinde de : viteza de reacție din momentul startului, viteza de execuție a desprinderii din blockstarturi, a vitezei de avîntare a coapselor și a efectuării complete a ciclurilor repetate, viteza de repetiție a pașilor etc. În același timp, viteza de deplasare este determinată și de alți factori, care nu se încadrează în domeniul propriu-zis al vitezei, cum sînt : lungimea pasului (strîns corelată cu lungimea picioarelor și cu forța de împingere a mușchilor), coordonarea fină a activității grupelor musculare agoniste și antagoniste (care prezintă un rol deosebit în realizarea tehnicii de alergare).

Scanned with OKEN Scanner

În tabelul nr. 2. redăm, după Hofman, lungimea și frecvența pașilor, precum și performanța realizată de unii sportivi fruntași din lume în proba de 100 m plat.

Tabelul nr. 2

Numele	Lungimea pasului	Frecvența pașilor	Performanța realizată	Înălțimea sportivului
A. Hary	219,5 cm	4,55/s	10,0 s	178,5 cm
J. Owens	213 cm	4,55/s	10,3 s	177 cm
E. Figuerola	205 cm	4,73/s	10,3 s	167 cm
D. Sime	228 cm	4,29/s	10,2 s	189 cm
B. Radford	208 cm	4,66/s	10,3 s	179 cm
I. Murchison	190 cm	5,02/s	10,5 s	157 cm

Datorită faptului că viteza de deplasare este determinată nu numai de formele elementare ale calității fizice viteză, ci și de alte calități, cum sînt forța de împingere a picioarelor, coordonarea neuromotorie, rezistența în regim de viteză și altele, ea oglindește numai parțial viteza pură a omului, nefiind concludentă din punct de vedere științific în caracterizarea calității de viteză. La acestea se mai pot adăuga unele influențe biomecanice și chiar anatomice, care prin dimensiunile segmentelor implicate în viteza de deplasare joacă un rol important în determinarea vitezei de deplasare, fără ca aceasta să presupună o corelație strînsă cu formele elementare de manifestare a vitezei.

Din punct de vedere biomecanic, viteza de deplasare poate fi descompusă în două faze :

— faza măririi vitezei pe baza accelerării după start („faza elanului") ;

— faza stabilizării relative a vitezei pe parcurs.

Referitor la aceste aspecte biomecanice ale vitezei de deplasare, specialistul german R. W. Schulte, într-o lucrare dedicată examinării aptitudinii și a performanței în sport, a arătat că pentru un rezultat egal în sprint, dinamica vitezei de deplasare a unor sportivi pe parcursul celor 100 m poate fi total diferită. Marele fiziolog englez Archibald Vivian Hill a arătat că dinamica vitezei în sprint poate fi descrisă prin ecuația :

Scanned with OKEN Scanner

$V(t) = Vmax\ (1\text{-}e^{-kt})$; în care V(t) este viteza în momentul t, Vmax este valoarea maximă a vitezei, k este o constantă care definește accelerația de start, iar e este baza logaritmilor naturali.

Analiza traseelor înregistrate la numeroase curse de viteză, efectuate de A. V. Hill, K. Furusawa, I. L. Parkinson, precum și de D. P. Ionov și colab. (1964) au confirmat în linii mari valabilitatea acestei ecuații, cu toate că ea nu reflectă fluctuațiile vitezei ce apar frecvent în alergările de viteză, pe parcurs. În 1951, F. M. Henry și J. R. Trafton, verificînd justețea ecuației lui Hill pe un grup de atleți începători, nu au putut confirma corelația dintre constantele Vmax și k, de unde au formulat concluzia că posibilitățile de accelerare rapidă și realizarea unei performanțe bune pe o distanță oarecare sînt independente (fig. 4). Utilizînd o aparatură electronică complexă, V. M. Zațiorski și I. N. Primakov (1970) au reușit să descrie cu o precizie mai mare dinamica vitezei în probele de sprint, înlocuind constanta Vmax din ecuația lui Hill cu : V_t și V_{qs}, unde V_t este viteza corpului în momentul trecerii liniei de start, iar V_{qs} este viteza asimptomatică pe care alergătorul o atinge prin accelerarea de

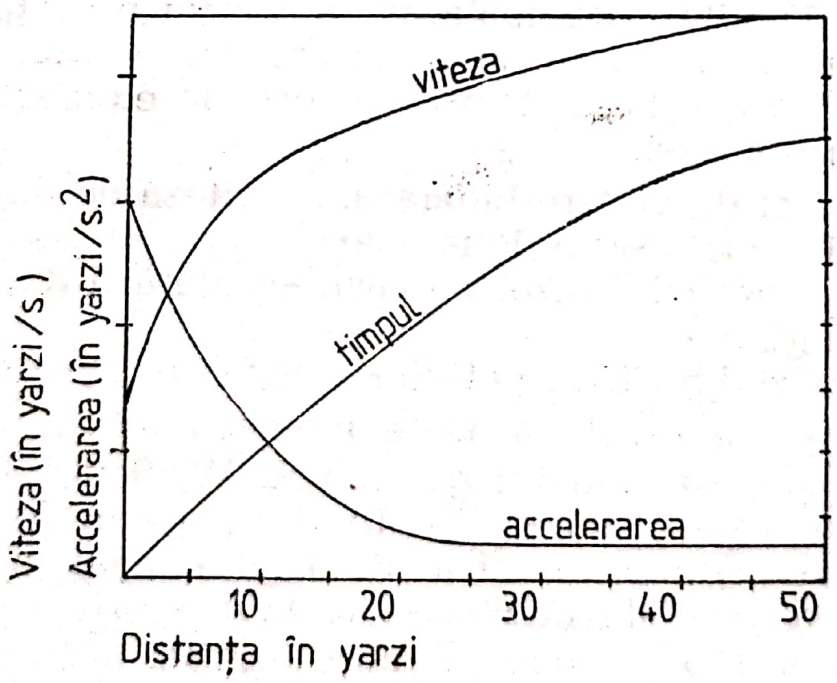


Fig. 4. Relația dintre viteza, accelerarea și timpul de parcurgere a distanței în probele de viteză.

Scanned with OKEN Scanner

la start. Ecuația propusă de Zațiorski și Primakov se prezintă astfel :

$$V(t) = V_i + V_{as}\ (1\text{-}e^{-kt})\ ;$$

Cu ajutorul acestei ecuații, autorii au obținut evaluarea cifrică a vitezei și accelerației în diverse puncte ale traseului și au stabilit că rezultatul unei curse de viteză depinde în aceeași măsură de lungimea și frecvența pașilor în sensul că sportivii au obținut cele mai bune rezultate alergînd cu o frecvență relativ ridicată și cu pasul ceva mai scurt decît maximum posibil.

După cum se știe din fiziologie și biomecanică, frecvența pașilor este determinată în principal de mobilitatea funcțională a proceselor nervoase fundamentale de la nivelul scoarței cerebrale, precum și de forța dinamică relativă a flexorilor picioarelor. La rîndul ei, lungimea pasului este strîns legată de forța dinamică relativă a triplei extensii.

Analiza performanțelor sportive în probele de viteză arată că cele două aspecte ale vitezei de deplasare — capacitatea de accelerare rapidă și capacitatea de a menține la un nivel relativ constant viteza — sînt relativ independente una de cealaltă (F. Henry, 1960). Sportivul care acumulează repede viteză în timpul startului poate realiza un rezultat mai slab pe distanța integrală, decît cel care se lansează mai greu după start, dar posedă o viteză mare și constantă pe parcurs. Cauza acestei situații rezidă în faptul că alergătorul are de rezolvat sarcini diferite în cele două faze ale alergării : în prima fază dobîndirea rapidă a unei viteze cît mai mari este condiționată în special de forța în regim de viteză, în timp ce în faza a doua pe primul plan se situează rezistența în regim de viteză. Coordonarea fină a mișcărilor joacă un rol important în ambele faze. În unele ramuri de sport este mai importantă accelerarea rapidă (baschet, handbal, fotbal, tenis etc.), în altele viteza mare de deplasare pe parcurs este hotărîtoare (probele de viteză și săriturile din atletism).

Din punct de vedere fiziologic, actele motrice executate cu mare viteză au la bază repetarea automată a emiterii comenzii nervoase către mușchii efectori. Semna-

Scanned with OKEN Scanner

lele senzitive proprioceptive cu punct de plecare de la receptorii din mușchi, tendoane, aponevroze și ligamente, în condițiile vitezei maxime de deplasare, nu pot interveni în corectarea și în general în dirijarea mișcării, deoarece nu dispun în aceste condiții de timpul necesar intervenției eficiente a mecanismelor feed-back de corectare a eventualelor greșeli de coordonare. Recomandarea lui N. A. Berstein de a evita executarea mișcărilor insuficient stăpînite și fixate cu viteză maximă este pe deplin justificată. Mărirea frecvenței mișcărilor integrale în scopul obținerii unei viteze crescute de deplasare nu duce întotdeauna la realizarea deplină a acestui deziderat. Neurofiziologia a stabilit de mult faptul că bombardarea plăcii motoare cu „salve" de impulsuri de mare frecvență duce la micșorarea treptată a intervalului de timp ce stă la dispoziția mușchiului pentru efectuarea contracției. Apare în acest fel starea de „tetanos incomplet", în care mușchiul se relaxează din ce în ce mai puțin, apropiindu-se de lucrul în regim izometric. Aceasta reduce mult amplitudinea mișcării și odată cu ea scade și viteza de deplasare. Alergarea „crispată" reprezintă exemplul banal al tetanizării mușchilor, eliminarea ei obținîndu-se prin exerciții de relaxare musculară.

În concluzie, viteza de deplasare, ca formă complexă de manifestare a vitezei, se află într-o independență relativă față de celelalte forme de manifestare a vitezei. Coordonarea neuromotorie, forța în regim de viteză, rezistența în regim de viteză, joacă un rol esențial în determinarea vitezei de deplasare. Cele două aspecte biomecanice ale vitezei de deplasare, accelerarea după start și stabilitatea vitezei pe parcurs au la bază, de asemenea, mecanisme distincte. Mărirea frecvenței pașilor dincolo de o anumită limită optimă duce la tetanizarea mușchilor și din cauza ineficienței mecanismelor feed-back, de coordonare și corectare a eventualelor greșeli apărute pe parcurs, sportivul aleargă crispat, ceea ce reduce mult viteza de deplasare.

Scanned with OKEN Scanner

2.3. Fundamentarea fiziologică și biochimică a metodelor de educare a vitezei

Metodica educației fizice și sportului preconizează în vederea îmbunătățirii vitezei anumite exerciții, care se pot efectua cu mare rapiditate (exerciții speciale de viteză) și satisfac următoarele cerințe :

— tehnica acestor exerciții se recomandă să fie simplă pentru a facilita executarea lor cu mare viteză ;

— exercițiile de viteză trebuie să fie bine însușite de sportivi, pentru a permite concentrarea nervoasă în direcția executării lor cu mare viteză ;

— durata totală a exercițiilor de viteză se stabilește în așa fel, încît spre sfîrșitul exersării viteza de execuție să nu scadă din cauza oboselii intervenite pe parcurs.

Deoarece exercițiile de viteză fac parte din eforturile de intensitate maximală, durata unui exercițiu nu trebuie să depășească 10—15 s, nici la sportivi foarte bine antrenați. La începători și la cei neantrenați, se recomandă ca durata exercițiilor de viteză cu intensitate maximală să nu depășească 8—10 s.

Metoda de bază a educării și creșterii vitezei este *metoda repetării*, utilizată în școlile de elită a sprintului mondial. Tendința principală în cadrul acestei metode este depășirea la lecțiile de antrenament a vitezei maxime a sportivului. Parametrii de bază ai efortului sînt alcătuiți în concordanță cu această cerință : *lungimea distanței parcurse* în mod repetat sau durata în timp a exercițiului va fi stabilită în așa fel, încît să permită executarea ei repetată fără scăderea vitezei la ultimele repetări, deoarece ar dăuna principiului stabilit anterior. Deci, *intensitatea efortului* trebuie să fie maximum posibilă, în unele încercări căutînd să se obțină cei mai buni timpi și alternat cu efortul submaximal și moderat, în vederea evitării creării unui stereotip de viteză, care mai tîrziu ar putea constitui o barieră în calea progresului. *Intervalele de odihnă* între repetări sînt și ele stabilite astfel, încît să permită o restabilire corespunzătoare a principalilor indicatori fiziologici și biochimici ai capacității de efort a sportivului și menținerea prospețimii sistemului nervos în vederea menținerii constante a unei execuții tehnice corecte.

Scanned with OKEN Scanner

Cele mai dificile și mult controversate probleme se ridică în legătură cu stabilirea corectă a duratei intervalelor de odihnă dintre repetările succesive. Cele două procese fiziologice cu implicații majore în acest fenomen și anume : modificarea excitabilității sistemului nervos central, pe de o parte, și restabilirea parametrilor de bază a unor funcții vegetative implicate în lichidarea datoriei de oxigen și a menținerii constante a homeostazei interne, pe de altă parte, prezintă tendințe net contradictorii. În timp ce excitabilitatea sistemului nervos central după o ușoară creștere, în momentele imediat următoare unui astfel de efort, în continuare arată o tendință de scădere relativ alertă, restabilirea constantelor fiziologice și biochimice ale mediului intern și în special lichidarea datoriei de oxigen acumulată în eforturile succesive se realizează destul de lent. Ținînd seamă de scăderea relativ rapidă a excitabilității sistemului nervos central, ar trebui să se preconizeze intervale de odihnă relativ scurte, de ordinul a cîtorva zeci de secunde, cînd excitabilitatea sistemului nervos central se menține încă în faza de creștere. În acest caz, fiecare din eforturile de viteză repetate la intervale relativ scurte ar fi efectuate în stare de excitabilitate ușor crescută a sistemului nervos central, fapt ce ar favoriza obținerea vitezei maxime și chiar supramaxime. Din punct de vedere biochimic nu există contraindicații în efectuarea de o asemenea manieră a eforturilor repetate de viteză. După cum se știe, furnizorul energetic direct al contracției musculare este ATP (acidul adenozintrifosforic), care se descompune în ADP și acid fosforic anorganic, iar energia acumulată în legătura fosfat-macroergică odată eliberată (desfăcută) satisface cerințele speciale realizării cuplajului excitație-contracție. Refacerea legăturii fosfat-macroergice pierdute în contracție se realizează într-o primă etapă pe seama unei legături similare a fosfocreatinei (CrP), iar dacă efortul se prelungește dincolo de 10—15 s se cuplează în torentul energetic glicoliza (descompunerea anaerobă a glucozei). Glicoliza reprezintă însă o cale metabolică specială, care duce prin reducerea acidului piruvic la acid lactic, ce se acumulează rapid în mușchi și sînge, ceea ce prezintă multe inconveniente pentru desfășurarea

Scanned with OKEN Scanner

normală a contracției musculare rapide. De fapt, acidul lactic se acumulează, deoarece organele vegetative nu pot furniza oxigen suficient în timpul efortului, cerințele energetice depășind posibilitățile respirației și circulației de a asigura cantitatea necesară de oxigen într-o perioadă de timp atît de scurtă. *Datoria de oxigen* astfel acumulată este lichidată în pauza de după efort, timpul necesar lichidării datoriei fiind în funcție de capacitatea fiziologică a aparatului respirator, sistemului cardiovascular și bineînțeles de volumul datoriei acumulate. Oricum, refacerea imediată *intraefort* reclamă o pauză mult mai lungă decît aceea impusă de modificarea excitabilității sistemului nervos central. Antrenorul este pus în acest caz în fața unei mari dileme : o pauză relativ lungă, care ar permite lichidarea datoriei de oxigen, duce la scăderea marcată a excitabilității sistemului nervos central și împiedică menținerea constantă a vitezei, iar o pauză scurtă asigură menținerea la un nivel optim a excitabilității sistemului nervos central, dar nu permite lichidarea datoriei de oxigen și arderea completă a acidului lactic, ce se va acumula treptat în mușchi și chiar în sînge, ducînd în mod inevitabil la apariția oboselii și imposibilitatea menținerii constante a vitezei de deplasare. Dilema trebuie rezolvată printr-un compromis : pauzele dintre repetările succesive vor fi suficient de lungi ca să permită lichidarea în bună parte a datoriei de oxigen și metabolizarea excesului de acid lactic, dar nu vor fi atît de lungi încît să permită instalarea unei excitabilități scăzute a sistemului nervos central. Acest compromis este posibil dacă ținem seama de neuniformitatea proceselor de restabilire după efort. În perioada de timp care succede imediat efortul, restabilirea funcțiilor vegetative și a capacității de efort este foarte rapidă. În această fază rapidă are loc și refacerea ATP-ului consumat, precum și regenerarea fosfocreatinei, care servește drept principala sursă energetică la recondiționarea ATP-ului. Încă în 1962, S. M. Gordon a stabilit că imediat după încetarea efortului procesul de restabilire biochimică este foarte intens. În prima treime a perioadei totale de restabilire se realizează refacerea potențialului energetic cca 65% din volumul lui total, urmînd ca în cea de a

Scanned with OKEN Scanner

doua treime să se refacă o altă cantitate de energie echivalentă cu cca 30% din volumul total cheltuit în efort, rămînînd doar un volum de 5% pentru cea de a treia perioadă. Calculele aplicate în practică, în conformitate cu această ipoteză, s-au dovedit a fi de mare ajutor. Astfel, s-a putut stabili că în cazul în care restabilirea completă a potențialului biologic de efort după o alergare de 200 m se obține în 12 min, la sfîrșitul minutului 8 refacerea este realizată 95%, ceea ce permite efectuarea exercițiului de viteză următor cu viteză practic nemodificată. La înot, după parcurgerea distanței de 50 m cu o intensitate care reprezintă 85% din viteza maximă, intervalul optim de odihnă va fi de 1—3 min, în funcție de etapa de pregătire și starea de antrenament a sportivului. În tabelul nr. 3 redăm raportul dintre intensitatea efortului și intervalul optim de odihnă dintre parcursuri succesive, la înot (după S. M. Gordon, 1962).

Tabelul nr. 3

Viteza în % față de cea maximă	Timpul de odihnă optim (în min) pe diferite distanțe		
	50 m	100 m	200 m
85	1—3	3—5	4—7
90	3,5	5—7	6—8
95	5—7	7—9	8—10

Un rol deosebit în asigurarea eficienței intervalelor de odihnă, stabilite pe baza acestor calcule, ce revine *formelor active de odihnă*, care pot realiza, în condițiile unor intervale de odihnă relativ lungi, menținerea la un nivel ridicat a excitabilității sistemului nervos central. Cele mai eficiente mijloace de odihnă activă s-au dovedit a fi exercițiile care angrenează în activitate grupele și lanțurile musculare solicitate în eforturile prealabile de viteză, dar care sînt efectuate cu intensitate redusă. În aceste condiții fluxul permanent de impulsuri nervoase aferente reușește să mențină excitabilitatea corticală la un nivel ridicat pe o perioadă relativ îndelungată, timp în care se realizează și restabilirea quasitotală a parametrilor funcțiilor vegetative. În cazul alergării de viteză pauzele sînt destinate mai ales mersului

Scanned with OKEN Scanner

și alergării ușoare, la înot sînt preferate mișcările lente de vîslire în apă, la patinaj mersul relaxat pe patine etc.

Această manieră de lucru în antrenamentul de viteză permite o activitate intensă pe o perioadă relativ îndelungată, dar pînă la urmă cota mică de 3—5% a capacității de efort nerefăcută se acumulează și determină o ușoară perturbare a funcțiilor vegetative implicate în menținerea homeostazei. Oboseala devine din ce în ce mai manifestă, cu repercusiuni imediate asupra vitezei de reacție, de execuție și de deplasare. Antrenorul trebuie să urmărească cu mare atenție comportamentul sportivilor săi și la apariția semnelor de oboseală să dispună întreruperea antrenamentului. În caz contrar, efortul depus în condiții de oboseală tot mai accentuată va determina mărirea rezistenței în regim de viteză și nicidecum nu va servi la îmbunătățirea vitezei maxime.

Știut fiind că starea de excitabilitate optimă a sistemului nervos central este condiția fiziologică principală a educării vitezei și a îmbunătățirii vitezei maxime, progrese evidente în această direcție se pot realiza numai pe fondul unei stări de *prospețime* accentuată a sistemului nervos central. De fapt cele 3 calități fizice de bază (viteză, forță, rezistență) necesită, pentru obținerea unor îmbunătățiri evidente în direcția principală a calității specifice ramurii sau probei practicate, antrenarea acestei calități în perfectă stare de coordonare și de prospețime a sistemului nervos central. Fixarea, consolidarea rezultatelor obținute se pot realiza și pe fondul unei excitabilități mai scăzute, dar *cîștigul* în forță sau în viteză presupune concentrarea nervoasă maximă și aceasta nu se poate obține decît pe fondul unei prospețimi accentuate. Cazurile întîmplătoare, de obținere a unor progrese în urma lucrului cu un sportiv mai obosit, se explică probabil prin „ieșirea sportivului de sub tensiunea nervoasă a lucrului încordat" și relaxarea lui neuropsihică, ceea ce îmbunătățește coordonarea neuromusculară, facilitînd astfel obținerea unor rezultate bune. Noi recomandăm totuși exersarea în condiții de prospețime și plasarea efortului de acest gen în prima parte a antrenamentului (sau a lecției de educație fizică). În ciclul săptămînal, locul cel mai potrivit al antrenamentului dedicat îmbunătățirii vitezei maxime este ziua de

Scanned with OKEN Scanner

după odihnă, cînd nu acționează efectele inhibitorii ale oboselii acumulate pe parcursul mai multor lecții de antrenament.

În concluzie, metodele moderne de educare a vitezei se bazează pe repetarea cu viteză aproape de intensitatea maximă a unor porțiuni relativ scurte de teren (pistă de antrenament), exercițiul fiind efectuat integral cu intensitate mare. În funcție de gradul de pregătire, perioada de antrenament și condițiile materiale de lucru, distanța parcursă și intervalul de odihnă variază. Este bine ca intervalul de odihnă să fie astfel stabilit, încît să permită refacerea a cca 95% din capacitatea de efort, iar în timpul pauzei sportivul să execute mersul și alergarea ușoară, în vederea menținerii la un nivel ridicat a excitabilității sistemului nervos central, fapt ce asigură prospețimea necesară îmbunătățirii vitezei maxime.

2.4. Bariera de viteză, evitarea și depășirea ei

Exercițiile de viteză efectuate chiar cu intensitate maximă repetate de foarte multe ori în cadrul antrenamentelor duc la formarea stereotipului dinamic motric, ceea ce are ca repercusiune stabilizarea („înghețarea") vitezei la nivelul respectiv. Repetarea multiplă a exercițiilor de viteză în condiții similare și cu intensitate uniformă duce deci la fixarea tot mai accentuată a tuturor detaliilor legate de actul motric specific efortului de viteză. În acest context, lungimea pașilor reprezintă caracteristica spațială a efortului de viteză, în timp ce viteza ciclurilor succesive și frecvența pașilor reprezintă caracteristicile de timp ale efortului specific de viteză. Fixarea din ce în ce mai solidă atît a caracteristicilor spațiale, cît și a celor de timp ale efortului creează cu timpul o adevărată „barieră" în calea progresului, îmbunătățirea parametrilor amintiți devenind din ce în ce mai dificilă, astfel încît în cele din urmă să stopeze complet progresul performanței. Specialistul sovietic N. G. Ozolin a denumit această situație drept „barieră de viteză", care odată instalată anulează toate eforturile antrenorului și sportivului îndreptate spre îmbunătățirea performanței în probele de viteză.

Scanned with OKEN Scanner

Bariera de viteză apare și se dezvoltă ca rezultat al contradicției interne a metodicii de antrenament, care în condițiile nesocotirii unor legități fiziologice de bază nu poate rezolva contradicția neantagonistă dintre numărul mare de repetări cu viteză maximă sau apropiată de cea maximă, cerută de metodologia modernă de antrenament, și menținerea prospețimii sistemului nervos central, cerută de legile fiziologiei efortului pentru realizarea oricărui progres în eforturile specifice de viteză. Antrenorul, cunoscînd foarte bine legea de bază a dezvoltării vitezei, conform căreia „viteza se dezvoltă prin viteză", este tentat să preconizeze repetarea multiplă a efortului în condiții de viteză maximă, căzînd în capcana elaborării, fixării și consolidării unui stereotip dinamic specific de viteză, în cadrul căruia caracteristicile de timp și de spațiu ale mișcării ciclice s-au legat atît de strîns între ele, încît mișcarea devine quasi-automată, invariabilă, constantă. În asemenea situații, mărirea volumului de lucru în lecțiile de antrenament are ca efect fixarea și mai durabilă a tuturor elementelor de timp și de spațiu ale actului motric specific de viteză. O astfel de situație ar putea fi tolerată în condițiile unui nivel foarte ridicat al vitezei, la sportivii la care viteza este pe planul al doilea al succesului, de exemplu, la un fotbalist care joacă pe postul de extremă și a atins o viteză de 10,3—10,5 s/100 m. În acest caz, pentru el timpul respectiv poate constitui un mare avantaj timp îndelungat. Pentru un sprinter, însă, fixarea performanței chiar la nivel foarte ridicat reprezintă o reală barieră în cariera sa sportivă.

Pe bună dreptate, în asemenea situații se pune întrebarea : „ce este de făcut" ? Desigur este de dorit prevenirea apariției acestei bariere de viteză, lucru ce se poate realiza pe căi metodice distincte atît la începători, cît și la avansați.

La începători, calea cea mai sigură a preîntîmpinării „barierei de viteză" este realizarea de la bun început a unei *pregătiri fizice generale bune,* continuată cu pregătirea fizică multilaterală timp de mai mulți ani. Azi nu mai reprezintă un secret pentru nimeni faptul că numai o pregătire fizică generală și multilaterală solidă poate constitui temelia marilor performanțe de mîine.

Scanned with OKEN Scanner

Din momentul opțiunii tînărului sportiv pentru probele de sprint, antrenamentul lui capătă un caracter de specializare, fără a abandona sau a neglija continuarea cu multă perseverență a pregătirii fizice complexe. În acest prim contact cu exercițiile speciale de viteză, un loc deosebit de important în antrenamentul alergătorilor de viteză îl vor ocupa lecțiile speciale de viteză în regim de forță. Tactica antrenorului trebuie să se bazeze pe obținerea unor performanțe de viteză cît mai bune, fără o pregătire de strictă specialitate bazată pe viteză, printr-o pregătire fizică multilaterală bine orientată. Astfel, rezultatul de 11 s pe 100 m plat, la un tînăr de 14—15 ani, realizat în condițiile unei pregătiri fizice multilaterale, din care nu vor lipsi exercițiile de viteză, oferă perspectiva îmbunătățirii substanțiale pe parcurs a acestui rezultat, prin orientarea pregătirii spre un profil tot mai apropiat de cel specific de sprint. Cu totul altfel poate fi interpretat un rezultat similar de 11 s pe 100 m plat, la un tînăr care a obținut acest rezultat în urma unei pregătiri îndelungate de specialitate, deoarece în acest caz sînt puține perspective în obținerea unui rezultat cu mult mai valoros. Din cele două exemple prezentate rezultă că, deși performanța obținută la un moment dat este aceeași, perspectivele de îmbunătățire a acesteia în continuare sînt diametral opuse. Antrenamentul specializat, bazat pe efectuarea repetată a exercițiilor de viteză maximă, conduce în mod legic și invariabil la stabilizarea vitezei, prin fixarea durabilă a stereotipului de alergare, care cu timpul se consolidează atît de mult, încît lupta împotriva acestei stabilizări devine din ce în ce mai dificilă și aproape imposibilă. Fixarea caracteristicilor de timp și de spațiu ale mișcării ciclice duce în mod inevitabil la „bariera de viteză", care se instalează cu atît mai precoce și mai solid, cu cît numărul repetărilor în antrenament este mai mare. Greșeala antrenorului este cu atît mai mare, cu cît sportivul său are o vîrstă mai fragedă, deoarece, în cazul unui organism nepregătit și nematurizat încă din punct de vedere biologic, fixarea unor parametri ai mișcării pe un fond încă nesatisfăcător al calităților fizice, face ca ulterior, în pofida progreselor realizate în ceea ce privește îmbunătățirea cali-

Scanned with OKEN Scanner

tăţilor fizice complementare (forţă, mai ales sub forma calităţii complexe de forţă-viteză), să nu mai poată influenţa prea mult viteza sportivului respectiv.

Evitarea instalării barierei de viteză se poate obţine adoptînd varianta bazată pe utilizarea mijloacelor variate, mai puţin specifice, care asigură dezvoltarea multilaterală a organismului în creştere şi realizează acea *„hipertrofie de bază"*, fără de care lucrul specific nu poate determina îmbunătăţiri substanţiale şi trainice. Jocurile de mişcare, exerciţiile pe teren variat, jocurile sportive, gimnastica de bază şi alte mijloace de pregătire fizică multilaterală, pe lîngă o dezvoltare armonioasă a întregului organism, nu duc la formarea unor stereotipuri dinamice vicioase şi nu creează dificultăţi, ci sporesc eficienţa exerciţiilor specifice de viteză. Ulterior, treptat, sportivul începător devine avansat, cînd poate utiliza în antrenamente exerciţii tot mai apropiate de specificul sprintului, care vor determina obţinerea unor progrese constante şi substanţiale. Nici în aceste condiţii de lucru, de regim strict specializat, nu se recomandă renunţarea la folosirea mijloacelor de pregătire fizică multilaterală, numai că exerciţiile sînt astfel selecţionate, încît ele să se apropie din ce în ce mai mult de profilul sprinterului.

La sportivii adulţi, de valoare naţională şi internaţională, calea evitării instalării „barierei de viteză" constă în mărirea volumului de lucru destinat pregătirii de viteză-forţă, în defavoarea exerciţiilor de strictă specialitate de concurs. Astfel, săritorii în înălţime (de valoare) din U.R.S.S. utilizează sărituri la înălţimi mari, apropiate de cele de concurs şi în condiţiile apropiate celor de la competiţii, doar în 12—16% din volumul total al săriturilor, iar cel mai mare volum de lucru, din programul lor de pregătire, îl ocupă exerciţiile de forţă cu haltera, gimnastica şi jocurile sportive. Exersarea în antrenament a săriturilor de tipul celor din concurs ar duce inevitabil la stabilizarea stereotipului dinamic specific săriturii şi la fixarea parametrilor de timp şi de spaţiu a tehnicii săriturii, cu stabilizarea inevitabilă a performanţei la un nivel sub posibilităţile sportivului.

Scanned with OKEN Scanner

Alergătorii de valoare mondială, de asemenea, utilizează rar (o dată — de două ori pe săptămînă) parcursurile integrale cu viteza de concurs, în schimb acordă o atenție deosebită pregătirii de viteză-forță, prin sărituri multiple ca mingea, lucrului cu greutăți, exercițiilor pregătitoare specifice etc.

Atunci cînd, cu toate măsurile luate din timp, se produce instalarea barierei de viteză, depășirea ei necesită o activitate îndelungată, bine chibzuită și perseverentă. În cele din urmă se poate obține fie distrugerea acestei bariere, fie stingerea ei.

Distrugerea barierei de viteză se poate obține în condițiile în care este posibilă realizarea depășirii vitezei maxime de deplasare a sportivului, de exemplu, prin alergarea la vale pe o pistă înclinată, alergarea după lider, alergarea cu accelerare etc., cînd caracteristicile de timp și de spațiu ale gestului motric se modifică simțitor, iar prin aceste repetări sportivul poate „memora" noii parametri de timp și de spațiu ai mișcării. Ușurarea condițiilor de execuție nu trebuie să fie exagerată, de exemplu : la aruncători se recomandă aruncarea cu materiale mult mai ușoare, în vederea măririi vitezei de execuție, urmată de aruncări cu materiale mai grele decît cele de concurs, apoi aruncări cu materiale regulamentare ; pentru alergătorii de viteză, alergările la vale sau cele realizate cu lider să se execute cu viteza de care se poate apropia sportivul și în condiții normale, altfel transferul de viteză devine inoperant și rezultatul va fi sub posibilități.

Stingerea barierei de viteză se poate obține prin întreruperea temporară a antrenamentului de viteză, pe o perioadă de 3—6—12 luni, atît cît este necesară pentru stingerea stereotipului dinamic elaborat și fixat la parametrii stabili. Dintre cele două componente de bază, parametrii temporari ai mișcării pot fi inhibați mai ușor și mai repede decît cei spațiali, care persistă mai mult și în condițiile acestei pauze forțate. Durata întreruperii este stabilită de antrenor în funcție de particularitățile neurodinamicii corticale a sportivului, ținînd seama și de gradul de fixare a stereotipului dinamic nedorit. Este indicat ca pe durata întreruperii exercițiilor specifice de

Scanned with OKEN Scanner

viteză să se utilizeze mijloace de dezvoltare a celorlalte calități fizice de bază implicate în efortul de viteză, în special sub forma exercițiilor pentru dezvoltarea forței picioarelor, precum și a exercițiilor destinate corectării unor eventuale greșeli de tehnică a alergării, în așa fel încît în momentul reluării antrenamentelor specifice tehnica să fie nealterată sau chiar îmbunătățită.

Experiența aruncătorilor de suliță din R. P. Ungară (G. Kulcsár și M. Németh) arată că distrugerea barierei de viteză la aruncători se poate realiza cel mai bine prin utilizarea materialelor sportive mai ușoare, iar stingerea barierei de viteză se obține prin introducerea chiar și în plin sezon competițional a unui ciclu de antrenament bazat pe îmbunătățirea forței și rezistenței aruncătorului (J. Koltai, 1976).

În concluzie, bariera de viteză apare din cauza numărului mare de repetări a exercițiilor specifice de viteză cu viteza maximă sau aproape maximă, volumul mare de lucru monoton și stereotip ducînd la fixarea din ce în ce mai solidă a caracteristicilor temporare și spațiale ale mișcării ciclice specifice alergării de viteză. Odată apărută bariera de viteză, antrenorul și sportivul trebuie să depună eforturi sistematice și științific concepute în vederea distrugerii sau stingerii acestei bariere, care împiedică realizarea progresului în continuare. La începători și tineri pericolul apariției barierei de viteză este mai mic. La aceștia se pune problema evitării apariției stabilizării vitezei printr-o orientare a pregătirii spre exerciții polivalente, caracteristice pregătirii fizice generale și multilaterale, cu accent pe pregătirea de viteză-forță. La sportivii adulți, bariera de viteză se poate distruge prin exerciții care asigură depășirea vitezei maxime a sportivului (alergare la vale, alergare cu tracțiune), iar la sportivii care practică alte probe sau discipline, prin utilizarea materialelor sportive mai ușoare. Stingerea barierei de viteză necesită o întrerupere mai scurtă sau mai lungă, în care locul exercițiilor specifice este preluat de exercițiile de educare a celorlalte calități fizice, complementare disciplinei sau probei de specialitate.

Scanned with OKEN Scanner

2.5. Unele aspecte ale dezvoltării vitezei în funcție de pregătirea de forță și de cea tehnică a sportivilor

În activitatea de educație fizică și sport, manifestarea vitezei „pure" este aproape de neconceput. Chiar în condițiile în care se cere executarea unei mișcări cu viteză maximă, sportivul trebuie să învingă o rezistență externă oarecare reprezentată prin greutatea și inerția segmentului activ sau a întregului corp. Astfel, valoarea vitezei realizate este condiționată de posibilitățile de forță a subiectului, de care nu se poate face abstracție în nici o împrejurare.

Din ecuația lui A. V. Hill și J. Rahlston rezultă că relația dintre forță și viteză, în mișcările efectuate cu rezistențe externe diferite, se poate reda printr-o hiperbolă (fig 5 a). În cazul în care sportivul și-a mărit forța musculară în procesul educației fizice sau al antrenamentului sportiv, curba individuală de forță-viteză va suferi o modificare din ce în ce mai accentuată (fig. 5 b). După cum se poate vedea din figura 5 b, în zona rezistențelor externe mari, creșterea forței musculare duce la sporirea vitezei actelor motrice, în schimb mișcările efectuate cu rezistență mică nu sînt influențate de forța crescută a sportivului.

În cazul în care sportivul și-a mărit în cadrul lecțiilor de educație fizică sau de antrenament *viteza maximă*, lucru dealtfel foarte greu, dar nu imposibil de realizat, această creștere a vitezei mișcărilor se va manifesta doar în zona rezistențelor externe mici și va fi cu totul neînsemnată în zona rezistențelor medii și mari (fig. 5 c).

Din cele menționate rezultă că numai în cazul creșterii simultane a valorilor vitezei maxime și a forței maxime se poate obține mărirea vitezei de execuție a unei mișcări efectuate cu rezistențe externe variate (fig. 5 d).

Teoretic și practic este foarte dificil să se obțină creșterea vitezei maxime. După cum se știe, în ultimii 30 de ani, în proba de 100 m plat performanța s-a îmbunătățit doar cu 3%. În viitor, deși nu este complet

Scanned with OKEN Scanner

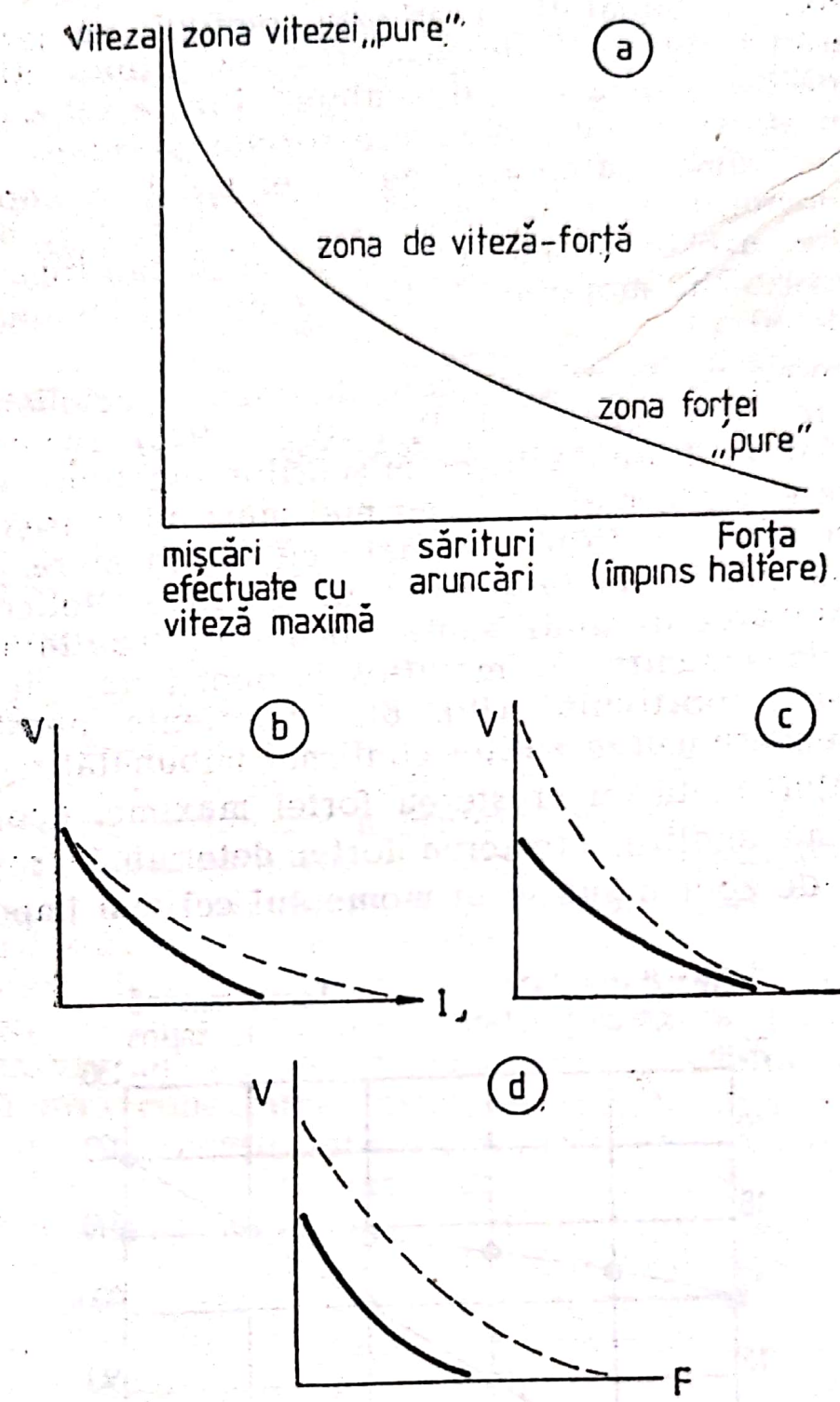


Fig. 5. Interdependența indicilor de forță și viteză ; **a.** Raportul forță-viteză în mișcări cu diferite încărcături ; b. Raportul dintre viteză și forță la un sportiv cu posibilități de viteză și forță medii (linia groasă) și modificarea acestui raport în cazul creșterii forței maxime (linia punctată); c. Raportul dintre viteza mișcărilor și forță la un sportiv cu nivelul ridicat al vitezei ; d. Creșterea vitezei în toate zonele de forță în urma creșterii simultane a vitezei maxime și a forței maxime (linia punctată).

Scanned with OKEN Scanner

imposibil, îmbunătățirea vitezei omului nu prezintă perspective sigure și de proporții accentuate. Rămîne deci cea de a doua cale de îmbunătățire a vitezei unei mișcări efectuate cu o oarecare rezistență externă crescută, și anume, îmbunătățirea forței maxime, care prezintă posibilități și perspective mult mai mari. Pentru susținerea acestei afirmații menționăm că, în ultimii 30 de ani, recordurile mondiale la haltere au fost îmbunătățite cu peste 30% !

Pornind de la aceste considerente, specialistul sovietic în biomecanică I. P. Ratov (1975) recomandă, pentru dezvoltarea vitezei mișcărilor efectuate cu rezistențe externe mai mici sau mai mari, utilizarea largă a exercițiilor de forță efectuate cu viteză mare. V. M. Zațiorski susține de mult că la unele probe atletice, cum sînt aruncarea greutății sau a ciocanului, rezultatele obținute la concurs se modifică proporțional cu forța maximă a sportivului (fig. 6). Experiența noastră în proba de aruncarea suliței confirmă îmbunătățirea performanței odată cu creșterea forței maxime, deoarece, în ultimă analiză, creșterea forței determină creșterea vitezei de zbor a suliței în momentul cel mai important

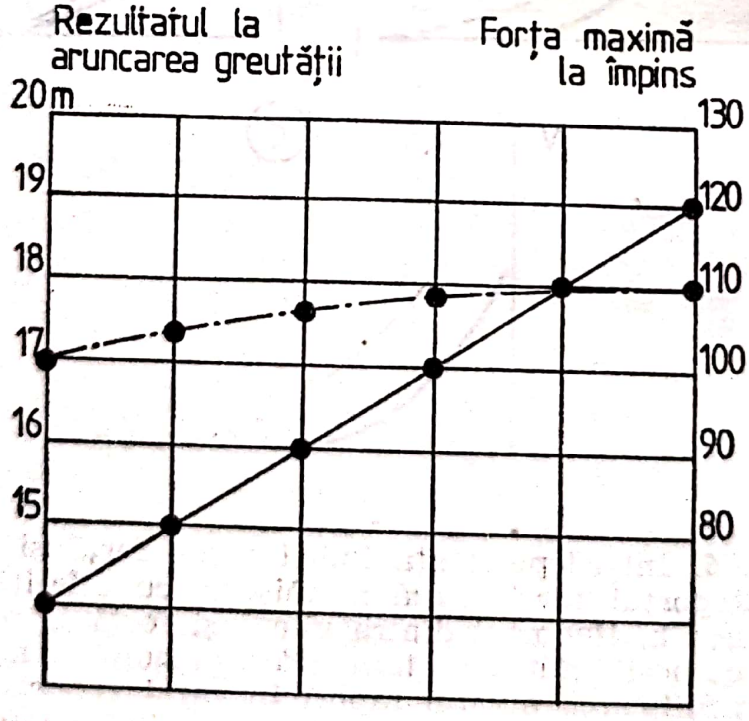


Fig. 6. Relația dintre forța maximă și rezultatul la aruncarea greutății la atleți.

al întregului gest motric și anume la începutul lansării, asigurînd o viteză inițială de zbor mult crescută. După opinia autorilor maghiari J. Koltai și L. Nádori (1976), viteza inițială de zbor a obiectelor aruncate sau lansate depinde de următorii factori :

— viteza elanului realizată prin piruetă sau alergare ;

— modalitatea de transmitere a forței asupra obiectului aruncat sau lansat ;

— succesiunea optimă a activității grupelor și lanțurilor musculare implicate în mișcare ;

— accelerarea continuă a obiectului înainte de lansare.

Aceste considerente vin în contradicție cu teoria clasică a lansării printr-un efort exploziv scurt, deoarece după cum rezultă din enumerarea factorilor hotărîtori ai lansării, o bună aruncare nu se poate realiza doar pe baza unui efort exploziv scurt, oricît de intensă ar fi această explozie, ci este nevoie de însumarea unor eforturi succesive cît mai intense. Analiza biomecanică a unei mișcări de lansare a brațului evidențiază participarea succesivă a patru articulații : scapulo-humerală, cotului, încheieturii mîinii și falangelor, în vederea accelerării succesive a mișcărilor efectuate. Activitatea mușchilor aferenți acestor articulații poate fi asemuită cu interconectarea unor trepte succesive de rachete, unde mărirea vitezei zborului de la o treaptă la alta se realizează prin conectarea forței motrice a unor noi rachete din serie, care fiecare adaugă o nouă accelerare. În cazul segmentelor corporale, aceste accelerări rezultă întotdeauna din mărirea vitezei segmentului activ precedent, rolul rachetelor purtătoare fiind îndeplinit de către mușchii activi. Astfel, brațul constituie rampa de lansare a acțiunii întregului lanț muscular, iar antebrațul reprezintă baza acțiunii mușchilor ce realizează mobilizarea segmentelor încheieturii mîinii și a degetelor. În aruncările efectuate cu elan, se mai adaugă la acest sistem de acțiuni motricitatea întregului corp și în mod deosebit a trunchiului și a centurii scapulare. Acționarea simultană a tuturor mușchilor lanțurilor cinematice amintite, pe lîngă faptul că este greu de realizat, este ineficientă, deoarece elimină accelerarea treptată și succesivă a materialului sportiv, iar impulsul de lansare

Scanned with OKEN Scanner

acționează pe o durată foarte scurtă. Faptul că un aruncător cu o viteză de execuție mai mică poate obține un rezultat mai bun decît unul cu viteză mare de execuție se poate explica tocmai prin capacitatea primului de a rezolva mai corect suprapunerea activității lanțurilor și grupelor musculare succesive și pe baza aceasta obține o accelerare treptată mai accentuată a materialului de concurs. Această coordonare neuromusculară optimă presupune capacitatea de relaxare majoră a mușchilor antagoniști în mod succesiv, iar viteza mișcării poate fi mărită pe baza așa-numitei *pretensionări* a fibrelor musculare active, prin alungirea lor pe baza întinderii active, acționînd în continuare ca un veritabil mecanism de „trigger", avînd la bază această stare de tensiune crescută. Neurofiziologia modernă acordă o atenție deosebită prezenței acestei pretensionări, care, pe lîngă efectul mecanic reprezentat de reacția elastică a fibrelor musculare, produce efecte biochimice favorabile măririi vitezei de contracție.

Revenind la rolul exercițiilor de forță pentru creșterea vitezei mișcărilor, este necesar să subliniem faptul că forța maximă crescută influențează favorabil viteza de execuție numai atunci cînd surplusul de forță a fost obținut în aceeași mișcare în care se urmărește îmbunătățirea vitezei de execuție a actului motric. J. Alexander a arătat în anul 1964 că viteza de zbor a pucului la hochei pe gheață nu depinde numai de forța cu care a fost lovit, ci mai ales de viteza cu care acesta și-a luat zborul. Introducînd în programul de pregătire a hocheiștilor exerciții de forță sub forma mișcărilor similare cu lovirea pucului, acestea au influențat creșterea forței și în consecință sporirea vitezei de lovire a pucului. La înotători, valorile crescute ale dinamometriei palmare și lombare nu au arătat corelații strînse cu forța și viteza mișcării de vîslire în apă a brațelor și picioarelor și în consecință nici cu viteza de înaintare în apă. Efectuarea pe uscat a unor exerciții de forță, asemănătoare ca structură actului motric specific înotului, a dus la îmbunătățirea corelației între forța maximă și viteza de înaintare în apă la înotători. H. Mittenzwei (1962), E. N. Mateev și V. M. Zațiorski (1976) recomandă pentru mărirea vitezei mișcărilor efectuate cu rezistență me-

die și subm
care să nu c
lui motric s
toda acțiun
zează perfe
specifice și
sport dată.
comandă ef
diferite, mai
preconizeaz
suliță magh
care din ul
J. Koltai, ar
niți și aflîn
stării de sta
mai ușor de
utilizarea în
ușoare decît
realiza perf
ducerea gre
favorizează
formarea un
concurs. În
teriale mai
20—25% din
mentului, in
tueze arunc
șitul antren
ușoare.

Deși mă
a mișcării sp
mentele de b
neglijată nic
culare maxim
bine și mai
cu materiale
are ca efect
velul structu
deprinderii m

În conclu
tuate cu rezi
doar în con

Scanned with OKEN Scanner

die și submaximală alegerea unei îngreuieri maxime, care să nu ducă la dereglarea esențială a structurii actului motric specific ramurii sau probei respective. „Metoda acțiunii conjugate" a lui V. M. Deacikov preconizează perfecționarea concomitentă a deprinderii motrice specifice și a calității fizice predominante în ramura de sport dată. Luînd ca exemplu aruncarea suliței, se recomandă efectuarea unor aruncări cu sulițe de greutăți diferite, mai grele, regulamentare și mai ușoare (așa cum preconizează acest lucru antrenorul aruncătorilor de suliță maghiari, ai cărui elevi au obținut medalii la fiecare din ultimele patru Olimpiade). După părerea lui J. Koltai, aruncătorii, în condiții de concurs fiind odihniți și aflîndu-se sub tensiunea nervoasă caracteristică stării de start, au senzația că materialul de concurs este mai ușor decît la antrenament. De aceea, el recomandă utilizarea în antrenamente a unor materiale ceva mai ușoare decît cele regulamentare, cu care sportivul poate realiza performanțe de concurs sau ceva mai mult. Reducerea greutății materialelor utilizate în antrenament favorizează creșterea vitezei de aruncare, precum și formarea unui ritm de aruncare corespunzător celui din concurs. În concepția lui J. Koltai, aruncările cu materiale mai ușoare trebuie să reprezinte un volum de 20—25% din totalul aruncărilor. La începutul antrenamentului, imediat după încălzire, este bine să se efectueze aruncările cu materiale regulamentare și spre sfîrșitul antrenamentului să se utilizeze materiale mai ușoare.

Deși mărirea treptată a capacității de accelerare a mișcării spre finalul aruncării reprezintă unul din elementele de bază ale progresului la aruncători, nu trebuie neglijată nici creșterea treptată, rațională, a forței musculare maxime. Acest deziderat se poate realiza cel mai bine și mai economic prin intercalarea unor aruncări cu materiale mai grele decît cele de concurs, lucru ce are ca efect obținerea unei hipertrofii funcționale la nivelul structurilor morfologice implicate în efectuarea deprinderii motrice specifice.

În concluzie, mărirea vitezei actelor motrice efectuate cu rezistență externă crescută se poate realiza doar în condițiile creșterii corespunzătoare a forței

Scanned with OKEN Scanner

maxime. Se recomandă ca structura actului motric efectuat cu îngreuieri mai mari și cu viteză maximă posibilă să nu difere mult de structura mișcării a cărei viteză urmează să fie îmbunătățită, deoarece în caz contrar transferul nu se va realiza și forța maximă crescută nu va putea influența favorabil viteza de execuție a actului motric specific. Uneori, cum este cazul aruncătorilor din atletism, se poate lucra chiar cu materiale sportive mai ușoare, pentru mărirea vitezei de execuție și crearea unui ritm corespunzător de concurs, dar paralel se va lucra și cu materiale sportive (suliță, disc, ciocan) mai grele, pentru a obține o hipertrofie funcțională exact în mișcările specifice probei respective.

2.6. Unele aspecte particulare ale dezvoltării vitezei la copii și juniori

Știut fiind că viteza se bazează mai ales pe însușiri genetic determinate ale recepționării, transmiterii și prelucrării informațiilor mediului extern și intern și pe rapiditatea efectuării comenzii primite la nivelul efectorului periferic muscular, nu se poate pune la îndoială rolul important al educării și perfecționării acestei calități fizice prin exersare și antrenament. Profesorii de educație fizică și antrenorii ar greși dacă s-ar situa pe o poziție pasivă privind educarea vitezei sau amînarea acțiunilor de perfecționare pînă la maturizarea biologică completă a organismului copiilor, crezînd că talentul înnăscut își va croi drum mai devreme sau mai tîrziu. Talentul înnăscut, moștenit de la părinți și strămoși, are nevoie pentru desăvîrșirea și împlinirea lui completă de o preocupare atentă și permanentă pe toată durata perioadei de creștere. Marele atlet american de culoare Jesse Owens a început activitatea sportivă la 10 ani, iar la 14 ani realizase deja performanța de 22 s la 220 iarzi, la 15 ani a sărit 1,83 m la înălțime, 7 m în lungime și a alergat 10,8 s pe 100 m plat. A fost căpitanul echipei de fotbal a școlii, iar în ultima clasă a liceului a doborît recordul Statelor Unite la 100 m yarzi cu performanța de 9,4 s, la 220 yarzi cu 20,7 s și la să-

Scanned with OKEN Scanner

ritura în lungime cu 7,61 m. A fost un foarte bun alergător peste garduri, avînd deci o pregătire multilaterală. La vîrsta de 20 de ani a stabilit recordurile sale mondiale uluitoare (1935), iar la 21 de ani (1936), la Jocurile Olimpice de la Berlin, a obținut nu mai puțin de 4 medalii de aur.

Un alt mare atlet american, B. Morrow, a fost inițiat în tainele fotbalului american tot la vîrsta de 10 ani, însușindu-și paralel și tehnica unor probe atletice. La 19 ani a alergat 100 de yarzi în 9,1 s. În continuare a acordat o atenție specială pregătirii multilaterale, folosind alergările cu tempo variat (fartlek), crosul, alergările de viteză, toate într-o combinație personală ingenioasă.

După opinia specialistului sovietic V. P. Filin, în copilărie există condițiile cele mai favorabile pentru dezvoltarea vitezei. După fiziologul V. S. Farfel între 11—12 ani, odată cu perfecționarea coordonării mișcărilor, se îmbunătățește mult și viteza, iar la 13—14 ani se pot obține cele mai bune rezultate pentru îmbunătățirea vitezei printr-un program de pregătire complex, în care pe lîngă exercițiile de viteză se utilizează și exercițiile de forță și de rezistență. În cadrul unui experiment efectuat de sovieticii Kaledin, Lasin și Scerbakova (1967) cu juniori, cel mai eficient program de educare a vitezei a fost acela care prevedea educarea vitezei într-un volum de cca 50%, rezistența și forța ocupînd cîte 25% din volumul pregătirii multilaterale, pe fondul unei pregătiri fizice generale foarte bune.

Krestovnikov și Ozolin din U.R.S.S., precum și americanul Doherty recomandă la copii și juniori efectuarea exercițiilor de viteză în prima parte a lecției de antrenament, imediat după încălzire. La probele atletice „tehnice", cum sînt aruncările și săriturile, specialiștii maghiari J. Koltai și L. Nádori consideră că este bine ca imediat după încălzire să se înceapă partea fundamentală a lecției cu exerciții dedicate perfecționării deprinderilor motrice specifice, în combinație cu exercițiile de viteză. După N. N. Iakovlev (1971), la începutul antrenamentului, exercițiile de viteză creează condiții biochimice tisulare favorabile eforturilor de rezistență

Scanned with OKEN Scanner

care urmează să fie executate în partea a doua a antrenamentului. Eforturile de rezistență efectuate la începutul antrenamentului influențează nefavorabil eficiența exercițiilor de viteză ulterioare, pe baza acumulării acidului lactic și a reducerii treptate a excitabilității neuromusculare, absolut necesară efectuării în bune condiții a exercițiilor de viteză.

Publicațiile specialiștilor sovietici și maghiari evidențiază convingător faptul că la juniori și tineri „bariera de viteză" se stabilește relativ repede, în toate acele cazuri în care pregătirea fizică generală și multilaterală este neglijată în favoarea pregătirii specifice timpurii. Un studiu efectuat de un colectiv format din Kaledin, Lasin și Scerbakova pe fotbaliști juniori a dus la concluzia că pregătirea fizică generală asigură obținerea unor rezultate mai bune în fotbal, decît pregătirea bazată mai ales pe efort specific. Astfel, s-a demonstrat încă o dată valabilitatea concluziilor lui Kohlrausch, care de mult a arătat că la tineri programul de pregătire multilaterală este mai indicat pentru educarea vitezei, decît un program axat prematur exclusiv pe exerciții de viteză.

Recent, pe baza unui experiment, autorii maghiari F. Bakonyi, S. Szaboné — Wahlstab și J. Abád (1976) au ajuns la concluzia că viteza se dezvoltă foarte bine pînă la vîrsta de 18 ani. După Bakonyi, la fete, după 18 ani, viteza se dezvoltă foarte greu, în schimb la băieți se mai pot obține progrese mai ales atunci cînd dezvoltarea specifică a vitezei a fost inițiată mai tîrziu, la 14—15 ani.

Experiențele noastre efectuate în colaborare cu ing. A. Gagea și colectivul laboratorului de cercetări din I.E.F.S., din București, în mai multe școli generale din București, au arătat că elevii cu rezultatele cele mai bune la alergările de viteză prezentau parametri fiziologici superiori atît la probele de laborator specifice (viteză de reacție, viteză de execuție, viteză de repetiție), cît și la alte probe standardizate de laborator, cum sînt dinamometrie palmară, tremometrie, capacitate vitală etc. Raportînd rezultatele celor mai buni elevi în probele de viteză la unii parametri antropometrici (sta-

Scanned with OKEN Scanner

tura, greutatea, anvergura, perimetrul toracic), am constatat că *„vîrsta fiziologică"* a acestor elevi era mult avansată în comparație cu ceilalți copii. Așadar, *fenomenul de accelerație* al creșterii și dezvoltării organismului copiilor și juniorilor de azi se face simțit și în domeniul capacității de efort, în probele de viteză. Echilibrul neurodinamic foarte bun, precum și marea mobilitate a proceselor nervoase fundamentale, testate de noi prin determinările speciale ale latenței reacției motrice, s-au dovedit a fi de cea mai mare importanță în privința manifestării viguroase a vitezei la copii și tineri.

Din cauza diferențelor remarcabile ale vîrstei fiziologice, alcătuirea grupelor de lucru pe baza vîrstei cronologice este contraindicată, dovedindu-și totala ineficiență. Recomandăm antrenorilor și tuturor specialiștilor să alcătuiască grupe de antrenament pe baza nivelului actual de maturizare biologică a elevilor lor. La început, exercițiile speciale de viteză să fie încadrate corespunzător în programul de pregătire multilaterală a organismului și numai după aceea, în mod treptat, să se treacă la creșterea gradată a ponderii exercițiilor specifice de viteză. Momentul trecerii la un program specializat în pregătirea de viteză este determinat de vîrsta biologică a tinerilor atleți și nu de vîrsta lor cronologică.

În concluzie, vîrsta copilăriei și adolescenței prezintă premise favorabile dezvoltării vitezei, sub toate aspectele ei (de reacție, de execuție, de repetiție și de deplasare). Între 10—18 ani este etapa favorabilă dezvoltării vitezei, mai tîrziu existînd puține șanse pentru îmbunătățirea parametrilor de viteză, mai ales la fete. În cadrul antrenamentului este bine ca exercițiile specifice de viteză să fie plasate la început, deoarece creează premise favorabile, din punct de vedere biochimic, dezvoltării în continuare a rezistenței. În privința alcătuirii grupelor de antrenament, este recomandabil să se ia în considerație vîrsta fiziologică a copiilor și juniorilor, deoarece vîrsta cronologică poate acoperi diferențe uneori de 4—5 ani în privința gradului de maturizare biologică și a capacității reale de efort. Introducerea prematură a unor exerciții de pregătire specială de

Scanned with OKEN Scanner

viteză, după o primă etapă de mari satisfacții, va duce în cele din urmă la stagnare și la nerealizarea marilor performanțe pentru care copilul și juniorul a prezentat reale calități, determinate genetic.

2.7. Unele aspecte medico-sportive particulare ale vitezei

În practica medicală este binecunoscut faptul că în toate stările de hiperfuncție tiroidiană pacientul este mai activ și are gesturi motrice mai rapide. În asemenea cazuri atît reflexul Achilian, cît și latența reacției motrice sînt mai scurte. În schimb, stările de hipotiroidie sînt marcate de mișcări lente și reflexe întîrziate. Temperatura corpului și în special a mușchilor influențează substanțial rapiditatea contracției musculare. Un mușchi răcit artificial sau natural se contractă lent, dar este mai puțin fatigabil. În schimb, încercările de a mări viteza de contracție a mușchilor „in situ", pornind de la temperatura corporală normală prin băi calde, masaj sau diatermie nu au dus la rezultate concludente. Asmüssen și Karpovich neagă hotărît efectul încălzirii artificiale a mușchilor asupra vitezei de contracție. Svegan și colab. au demonstrat că mișcările active de flexie-extensie în articulația cotului au dus la creșterea treptată a vitezei acestei mișcări: după 6—10 flexii și extensii complete viteza mușchilor a crescut cu 6%, apoi creșterea a fost mai lentă, însă a 50-a mișcare a fost mai rapidă decît a 20-a.

Efectul substanțelor farmacodinamice asupra vitezei actelor motrice este relativ bine stabilit: alcoolul și cafeina reduc viteza de reacție și de execuție; pervitina, preludinul și în general aminele simpatico-mimetice determină o ușoară creștere a vitezei mișcărilor și îmbunătățesc totodată și coordonarea. Efectul stimulentelor neuropsihice și psihomotrice de tipul fendimetrazinei, dietilpropionului, norpseudoefedrinei, metilfenidatului, niketamidelor, bemigridei etc. este incert în domeniul modificării vitezei mișcărilor. De cele mai multe ori ele măresc excitabilitatea nervoasă și neuromusculară atît de mult, încît coordonarea mișcărilor de-

Scanned with OKEN Scanner

vine din ce în ce mai haotică, alteori se instalează precoce inhibiția supraliminară de protecție. Aceasta cu atît mai mult, cu cît înainte de o mare competiție apare în mod inerent o stare de start accentuată, cu tendință clară spre o hiperexcitabilitate nervoasă și neuromusculară, la care adăugîndu-se alți factori excitanți, ca stimulentele psihomotrice sau chiar o încălzire prea intensă și prelungită, se creează condițiile favorabile instalării inhibiției supraliminare de protecție.

Cu ocazia Congresului Mondial de Medicină Sportivă organizat la Quebec, înaintea Jocurilor Olimpice din anul 1976, autorii canadieni J. Billey și A. Cheatum au raportat efectele favorabile ale iradierii corpului cu raze ultraviolete la studente, care la 30 yarzi au obținut rezultate semnificativ mai bune în urma unei singure ședințe de iradiere cu o doză în limite fiziologice. Această observație vine în contradicție cu părerea larg răspîndită a practicienilor care înainte de concurs interzic atleților vitezişti expunerea corpului razelor solare, considerînd că aceasta ar fi dăunătoare. După părerea noastră, utilizarea rațională în doze corespunzătoare și fragmentate a razelor ultraviolete naturale sau artificiale este binevenită, mai ales în regiunile nordice mai puțin scăldate de razele solare binefăcătoare.

Scanned with OKEN Scanner

3. Bazele fiziologice şi biochimice ale forţei musculare

3.1. Caracterizarea fiziologică şi biochimică generală a forţei şi definiţia forţei musculare

Orice act motric, inclusiv deplasarea în spaţiu a unui segment al corpului, necesită forţă. Iniţierea unei mişcări mai rapide şi efectuarea ei presupune o forţă crescută. În ultima analiză actele motrice rapide şi energice, caracteristice deprinderilor motrice specifice educaţiei fizice şi sportului, sînt indisolubil legate de forţa musculară a omului. De exemplu, în sporturile bazate pe cel mai fin simţ muscular, cum sînt tenisul de cîmp, scrima ş.a., forţa musculară dinamică a picioarelor este indispensabilă. Forţa musculară dezvoltată şi orientată corespunzător serveşte drept bază sigură pentru efectuarea precisă, rapidă şi eficientă a celor mai variate acte motrice din domeniul educaţiei fizice şi sportului. Înainte de a trata diferite aspecte fiziologice şi biochimice particulare ale forţei musculare, este necesar să clarificăm şi să definim noţiunea de forţă în general.

În practică, noţiunea de forţă are semnificaţii diferite. Următoarele două sensuri însă prezintă un interes deosebit :

— forţa drept caracteristică mecanică a mişcării, conform expresiei împrumutate din mecanică : „asupra corpului cu masa m acţionează forţa „F" şi în consecinţă se modifică starea de mişcare a corpului dat, care în acelaşi timp suferă şi o modificare momentană a formei sale anterioare. Astfel, în momentul lovirii unei mingi de fotbal cu piciorul, mingea îşi modifică forma în urma forţei loviturii, de asemenea viteza şi direcţia de deplasare ;

— forţa ca însuşire a omului (calitate fizică), prin care învinge anumite rezistenţe exterioare, în acest

Scanned with OKEN Scanner

sens constituind obiectul teoriei educației fizice și sportului și bineînțeles al fiziologiei efortului.

Ambele exprimări ale forței pot fi reprezentate sub forma vectorului și determinate complet de următorii parametri : 1 — direcția ; 2 — mărimea (după scară) ; 3 — punctul de aplicație. Deoarece forța caracterizează numai măsura de moment a interdependenței, iar procesele reale au întotdeauna o anumită durată în timp, în practică trebuie să alegem parametrii care reflectă această durată în timp. Acești parametri pot fi *impulsul forței* (rezultatul înmulțirii valorii forței cu timpul ei de acțiune) și *impulsul mișcării* (rezultatul înmulțirii masei unui corp cu viteza ei de mișcare).

De cele mai multe ori, datele literaturii metodice și de fiziologia educației fizice și sportului în domeniul forței se referă la cea de a doua lege a lui Newton, conform căreia forța este direct proporțională cu accelerația ($F=m.a$) și de regulă se omite să se spună că această situație reprezintă doar un caz cu totul particular, care corespunde cu acțiunea forțelor de inerție. Atunci cînd forțele de reacție sînt reprezentate de greutatea unui corp sau organism, forțele nu mai depind de accelerație și se determină numai în funcție de greutatea lor. Așa se întîmplă în timpul menținerii unei greutăți cu mîna întinsă sau în timpul deplasării orizontale, uniforme, a unei greutăți. De asemenea, în timpul întinderii helcometrului sau a unei benzi elastice, forța manifestată depinde îndeosebi de lungimea la care este întinsă banda sau helcometrul și nu de accelerație. Cînd reacția apare ca urmare a frecării, valoarea forței depinde numai de viteză și nu de accelerație. În majoritatea mișcărilor realizate de sportivi, acționează concomitent forțele de greutate, inerție, contracție, deformare și frecare, așa încît dependența forței de celelalte caracteristici ale mișcării este de obicei complexă, iar raportul : $F=m.a$ se poate observa în forma lui pură doar în condiții de laborator special create.

În ceea ce privește *definiția forței*, în literatura de specialitate găsim mai multe modalități de redare a esenței acestei noțiuni și anume : „...capacitatea omului de a învinge rezistența externă sau de a acționa împotriva ei, prin efortul muscular" (V. M. Zațiorski, 1968) ;

Scanned with OKEN Scanner

— „forța este însușirea țesutului muscular dezvoltată în urma unei încordări sub acțiunea excitanților externi sau interni" (N. V. Zimkin) ;

— „posibilitatea organismului de a ridica, de a transporta, de a împinge, de a trage unele greutăți pe baza contracției musculare (Gh. Mitra și Al. Mogoș, 1977).

Noi am definit forța drept capacitatea sistemului neuromuscular de a învinge o rezistență prin contracția mușchilor. Învingerea diferitelor forme de rezistență pe seama încordării tuturor grupelor principale de mușchi, reprezintă *forța generală* în timp ce învingerea diferitelor tipuri de rezistență pe baza încordării anumitor grupe musculare, tributare unor gesturi motrice selecționate special, reprezintă *forța specială.*

Specialistul german D. Harre (1973) vorbește despre forța *maximă* sau *absolută,* care se manifestă, în general, în regim static prin mișcări lente, sub forma contracțiilor izometrice sau intermediare și reprezintă forța cea mai mare pe care sistemul neuromuscular o poate dezvolta în timpul unor contracții maxime voluntare. Forța maximă sau absolută este determinantă în acțiunile care presupun învingerea unor obstacole sau sînt legate de ridicarea, împingerea, deplasarea unor greutăți. Forța maximă este hotărîtoare în lupte și haltere, iar sub formă combinată cu viteza și rezistența apare ca un element hotărîtor în foarte multe discipline sportive, ca : atletism, canotaj, judo, rugbi, înot etc.

— *Forța explozivă* este definită de D. M. Ioselini drept „capacitatea de a manifesta valori mari de forță în cea mai mică unitate de timp". Această formă de manifestare a forței deține un rol deosebit de important în obținerea performanțelor de o mare valoare, în aruncări, sărituri, jocuri sportive și reprezintă o condiție de bază pentru dezvoltarea vitezei.

— *Forța în regim de rezistență* reprezintă capacitatea omului de a efectua efortul de învingerea unor rezistențe timp îndelungat. Ea este necesară în acele ramuri și probe, în care efortul este bazat pe învingerea unor rezistențe mici și medii timp îndelungat, de exemplu, în jocuri sportive, caiac-canoe, schi-fond, alpinism, ciclism etc.

Scanned with OKEN Scanner

— *Forța dinamică* reprezintă acel gen de forță în care învingerea rezistenței externe este realizată prin încordarea și scurtarea mușchilor (contracție musculară izotonică), în timp ce *forța statică* este caracterizată prin acțiunea mușchilor asupra unor rezistențe externe, exclusiv prin încordare, fără scurtarea mușchilor (contracție musculară izometrică). Cu alte cuvinte, mușchii pot manifesta forță : a) fără modificarea lungimii lor, numai pe baza creșterii tensiunii interne a fibrelor sale (regim static, izometric) ; b) cu scurtarea lungimii musculare (regim de învingere, miometric sau izotonic) ; c) cu mărirea lungimii fibrelor musculare și a mușchiului în întregime (regim de cedare, pliometric). În toate aceste trei cazuri, valorile maxime ale forței musculare sînt net diferențiate, ceea ce face ca această împărțire să fie considerată ca o clasificare de bază a regimurilor de forță.

3.2. Mecanismele fiziologice și biochimice ale forței musculare

Din definițiile prezentate anterior rezultă unanim faptul că noțiunea de forță este indisolubil legată de învingerea unei rezistențe. De aici se desprinde o concluzie deosebit de importantă pentru dezvoltarea și educarea calității motrice forța și anume : esențial în dezvoltarea forței maxime este mărimea încărcăturii utilizate în antrenament. După părerea specialistului maghiar J. Koltái (1976), creșterea forței maxime se obține și atunci cînd un exercițiu de forță este efectuat cu viteză maximă. Studiile de biomecanică ale lui R. Nelson (1974), precum și considerente de neurofiziologie susțin această afirmație.

Din punct de vedere fiziologic, principalele mecanisme implicate în eforturile de forță sînt următoarele :

— activarea unui număr cît mai mare de unități motrice ;

— frecvența maximă a impulsurilor nervoase eferente ;

— sincronizarea activității unităților motoare angrenate în contracție ;

Scanned with OKEN Scanner

— potențialul contractil al mușchilor activați.

Aportul și ponderea fiecăruia din aceste mecanisme fiziologice sînt diferite, situație care va rezulta și din prezentarea lor detaliată.

3.2.1. Activarea unui număr cît mai mare de unități motorii

După cum se știe din fiziologia efortului, unitatea funcțională de bază a aparatului contractil este așa-numita *„unitate motorie"*, termen introdus în fiziologie de către marele fiziolog englez Ch. Sherrington, în 1925. O unitate motorie este reprezentată de neuronul motor, prelungirile sale dendritice, axonale și ramificațiile terminale ale acestuia, plăcile motorii și toate fibrele musculare inervate (deservite) de aceste ramificații terminale axonale ale neuronului motor. Dovada fiziologică a existenței unității motorii poate fi obținută prin excitarea unui axon motor, rezultatul fiind contracția unui mare număr de fibre musculare striate, iar secționarea aceluiași axon atrage după sine atrofia tuturor acestor fibre musculare.

Unitățile motorii pot fi mai mari sau mai mici, în funcție de finețea mișcării pe care o efectuează unitatea respectivă. Cu alte cuvinte, raportul dintre axon și numărul fibrelor deservite de acesta ne indică gradul de finețe al actului motric dat. După datele lui Clarke (1931), mușchiul extensor digitorum longus la pisică este alcătuit din 54 450 fibre musculare, inervația lor fiind asigurată de 330 neuroni motori, adică fiecare neuron motor deservește 165 fibre musculare. Cele 271 000 000 de fibre musculare ale omului sînt comandate de 600 000 de neuroni motori, fiecare motoneuron avînd în medie 450 fibre musculare striate în subordine. Cele mai mici unități motorii se găsesc în mușchii extrinseci ai ochiului, la care raportul de inervație este de 1/3—1/6. Mușchii mari, cu sarcini motrice mai puțin diferențiate, prezintă un raport mult mai defavorabil între axon și numărul fibrelor musculare comandate, de exemplu în cvadricepsul femural acest raport este de 1/600.

O caracteristică fiziologică de bază a contracției musculare este imposibilitatea contractării simultane a

Scanned with OKEN Scanner

tuturor fibrelor sau unităţilor musculare nu numai în ceea ce priveşte întregul organism, dar chiar dintr-un singur muşchi. De exemplu, în starea de repaus se află în contracţie doar 2—5% din numărul total al unităţilor motorii dintr-un muşchi, în timpul unei încordări uşoare numărul unităţilor active creşte la 10—30%, iar într-un efort de forţă mai intens numărul unităţilor motorii angrenate în contracţie creşte la 40%—50%—60% şi numai într-un efort de forţă maximă acest procentaj se apropie de 75%, procent imposibil de depăşit în condiţii normale, doar în unele situaţii „limită" de mobilizare extraordinară, caracteristică unor stări de pericol de moarte. Omul neantrenat dispune de o *„rezervă vitală"* de cca 30% a forţei sale, în timp ce sportivul bine antrenat este capabil de o mai bună mobilizare a resurselor sale fizice, printre care amintim şi de potenţialul său biologic din domeniul forţei musculare.

Numărul mai mare sau mai mic de unităţi motorii angrenate în contracţie este determinat de starea funcţională a centrilor nervoşi superiori şi în special de scoarţa cerebrală, care prin procesele sale de excitaţie şi inhibiţie simultană determină limitele acestui angrenaj. Însăşi ideea de unitate motorie sau neuromusculară se bazează pe realitatea fiziologică a subordonării fibrelor musculare faţă de comenzile primite din partea sistemului nervos central pe calea motoneuronilor alfa. În condiţii fiziologice, fibrele musculare striate se contractă numai în urma impulsului nervos venit pe calea fibrelor motorii eferente, aparţinînd unităţii motorii respective. De aici rezultă că forţa produsă de către un muşchi, grupă musculară sau lanţul muscular cinetic este direct proporţională cu capacitatea scoarţei motorii de a trimite impulsuri nervoase mai frecvente şi mai bine orientate (precise) spre unităţi motorii cît mai numeroase. Acest mecanism de iradiere corticală este strîns legat de experienţa anterioară şi de capacitatea de mobilizare a persoanei în cauză, ceea ce explică diferenţele remarcabile dintre sportivi şi persoanele neantrenate în efectuarea eforturilor de forţă. Programarea corticală a efortului de forţă se îmbunătăţeşte paralel cu starea de antrenament a sportivului. Astfel, un sportiv bine antrenat în direcţia efortului de forţă va avea o capacitate

Scanned with OKEN Scanner

mai mare de mobilizare a unui număr crescut de neuroni corticali interesați în angrenarea unităților motorii periferice, trimițînd impulsuri nervoase mai numeroase și mai frecvente spre centrii motori subcorticali și medulari, rezultatul fiind mobilizarea în contracție a unui număr crescut de unități neuromusculare și implicit o contracție mai puternică în comparație cu o persoană neantrenată. De aici, rezultă că un efort muscular de forță este realizat nu numai de efectorul periferic, mușchiul, ci și de scoarță și de formațiuni nervoase subcorticale.

Dovada experimentală a faptului că antrenamentul duce la sporirea capacității de mobilizare a mușchilor în eforturile de forță a fost furnizată de marele fiziolog american A. Steinhaus. El a studiat comportamentul diferiților oameni în prestarea forței izometrice în condiții de hipnoză. În timp ce la persoanele neantrenate creșterea forței izometrice în hipnoză a fost foarte mare (30%—40% față de valorile maxime realizate în stare de veghe), la sportivii bine antrenați pentru a face față eforturilor de forță, creșterea forței izometrice în stare hipnotică a fost neînsemnată. Autorul explică această diferență astfel: în stare de veghe omul neantrenat nu-și poate angrena toate resursele contractile, decît parțial, și doar în condiții cu totul deosebite, cînd viața îi este amenințată, dînd dovadă de mobilizare totală a forțelor sale fizice și neuropsihice. În schimb, sportivii bine antrenați pentru efortul de forță dobîndesc treptat, pe parcursul antrenamentelor, pe lîngă hipertrofia musculară, și capacitatea de mobilizare mai completă a potențialului lor muscular de forță, ceea ce dovedește că ei în mod normal au o „rezervă vitală" mai mică. Putem deci conchide că antrenamentul sportiv de forță nu se adresează numai mușchilor, ci și sistemului nervos și organelor interne, iar mușchii reprezintă doar organul efector al unui sistem complex care este comandat și coordonat de către sistemul nervos central și în special de scoarța cerebrală.

După V. M. Zațiorski, de la aproximativ 20% pînă la 80% din forța maximă, importanța principală o are asigurarea includerii unui număr diferit de unități motorii în contracție. La începutul contracției și în cazul

Scanned with OKEN Scanner

unei solicitări reduse a forței de contracție a mușchilor participă doar un număr limitat de unități motorii, conectate nemijlocit de acțiunea musculară dată, care constituie „centrul activ" al încordării musculare respective, denumită de autor „tulpina funcțională". Unitățile motorii din jurul acestui centru sînt inhibate prin fenomenul de „ocluzie funcțională", descrisă de Ch. Sherrington. Pe parcursul intensificării încordării, numărul unităților motorii înglobate în acțiune crește pe seama fenomenului de sumație temporară și spațială a impulsurilor subliminare venite din unitățile motorii apropiate centrului activ, „recrutarea" acestor unități fiind concentrică.

3.2.2. Rolul frecvenței impulsurilor nervoase eferente

Deoarece unitățile motorii sînt cele mai mici entități funcționale ale mușchiului, mișcarea naturală cea mai redusă posibil este secusa unei singure unități motorii. Dacă este necesară o forță mai mare, pe lîngă fenomenul de „recrutare" a unui număr tot mai crescut de unități motorii (discutată anterior), are loc *descărcarea cu frecvență crescută* a unităților motorii active. De fapt, această creștere a frecvenței descărcărilor traduce o intensitate mărită a stării de excitație a centrilor nervoși, care se poate exprima exclusiv prin această creștere a frecvenței descărcărilor, datorită faptului că în biologie intensitatea crescută se modulează (se exprimă) printr-o frecvență crescută a descărcărilor nervoase, transmiterea impulsurilor fiind supusă legii „tot sau nimic". După J. Eccles și Ch. Sherrington (1930), creșterea frecvenței descărcărilor are loc în două etape: la începutul unei solicitări mai mari, unitățile motorii active se descarcă mai frecvent, dar nu suficient de rapid ca să se producă o sumație a acestor stimuli, obținîndu-se o contracție subtetanică sau tetanică parțială. În cazul unei solicitări și mai puternice, paralel cu creșterea în continuare a frecvenței descărcărilor, unitatea motorie produce secuse sumate sub forma unei contracții tetanice, tensiunea internă a fibrelor musculare fiind cu atît mai mare, cu cît frecvența descărcărilor este mai crescută.

Scanned with OKEN Scanner

Frecvența descărcărilor neuronilor motori a fost studiată de către neurofiziologii englezi E. D. Adrian și D. W. Bronk, care au înregistrat activitatea unităților motorii izolate cu ajutorul unor electrozi (ace concentrice) introduși în mușchi. În timpul contracțiilor voluntare au găsit la neuronii motori un ritm de descărcare între 5—50 impulsuri/s, în funcție de forța contracției. Contracția ușoară a avut loc la o frecvență de descărcare între 5—10 impulsuri/s și pe măsura intensificării contracției, frecvența creștea spre valorile sale maxime de 40—50 impulsuri/s, asistînd totodată la transformarea unei contracții ușoare într-una tetanică incompletă și apoi completă.

În contracția posturală reflexă, D. Denny-Brown a constatat o frecvență de descărcare între 5—25 impulsuri/s. Deci, în cazul unor frecvențe mai reduse nu are loc un grad semnificativ de sumație musculară, fiecare unitate producînd o serie de secuse musculare relativ independente. Totuși, tensiunea internă a fibrelor musculare este gradată în funcție de frecvența descărcărilor.

Aceste considerente fiziologice fundamentale, deși la prima vedere par a fi abstracte, explică accentuarea capacității de mobilizare a potențialului biologic contractil la cei care participă sistematic la lecțiile de educație fizică și la antrenamente. Forța musculară se poate mări și pe seama creșterii frecvenței de descărcare a neuronilor motori, care poate lua naștere în urma accentuării intensității focarului de excitație corticală, în urma „concentrării nervoase" dinaintea executării unui efort de forță. Excitația corticală mai intensă se va transforma în salve de impulsuri de mare frecvență, transmise pe calea piramidală spre pericarionii motoneuronilor alfa-medulari, iar aceștia, la rîndul lor, vor determina apariția unor contracții musculare tetanice, pe baza fuzionării secuselor unităților motorii angrenate în contracție.

3.2.3. Sincronizarea activității unităților motorii active

În afara celor două modalități amintite privind posibilitățile aparatului neuromuscular de a-și mări treptat gradul de încordare în timpul unui efort de forță (recru-

Scanned with OKEN Scanner

tarea unui număr crescut de unităţi motorii în contracţie şi mărirea frecvenţei descărcărilor), mai există o a treia posibilitate de accentuare a tensiunii interne a fibrelor prin *sincronizarea activităţii* unităţilor motorii active. La începutul contracţiei şi în cazul unor solicitări mai reduse, activitatea unităţilor motorii este *asincronă*, deoarece ele sînt recrutate în diferite momente ale contracţiei şi activarea lor are loc la frecvenţe diferite. Această activitate asincronă a diferitelor unităţi motorii, în cazul unei solicitări medii şi submaximale, are ca efect asigurarea contracţiei line, crescînde a întregului muşchi, dar nu dezvoltă decît o forţă medie sau submaximală, care variază în funcţie de frecvenţa secuselor unităţilor motorii individuale. În cazul unor frecvenţe mai mari de descărcare a neuronilor motori, numărul de unităţi aflate în secusă creşte şi forţele lor individuale se asociază pentru a trage mai puternic tendonul. În aceste condiţii de solicitare crescută, secusele individuale se *sincronizează*, fuzionarea activităţii unităţilor motorii dînd naştere la contracţia tetanică a muşchiului. După cum am văzut mai înainte, fuzionarea activităţii unităţilor motorii are loc la o frecvenţă de descărcare de 45—50 impulsuri/s, limită peste care tensiunea adiţională a unităţilor motorii active este mai mică. Ritmul de fuzionare între 40—50 stimuli/s a activităţii unităţilor motorii concordă deci cu frecvenţa maximă de descărcare a neuronilor motori în cursul activităţii voluntare.

Participarea sistematică la activitatea de educaţie fizică şi sport are ca efect printre altele şi îmbunătăţirea substanţială a gradului de sincronizare a unităţilor motorii în cazul eforturilor susţinute de forţă. După datele lui V. M. Zaţiorski, la persoanele neantrenate se sincronizează, în general, doar 20% din impulsurile eferente emise de centrii nervoşi şi motoneuronii medulari. În muşchii cu volum mai mic (de exemplu, muşchii lombricali sau interspinoşi) sincronizarea poate fi mai bună, pînă la 50% din impulsurile emise. Odată cu creşterea gradului de antrenament creşte mult capacitatea de sincronizare şi de fuzionare a activităţii unităţilor motorii active. Astfel, la halterofilii de înaltă performanţă, în timpul încordărilor maximale, gradul de sincronizare a

Scanned with OKEN Scanner

activității unităților motorii activate poate fi atît de mare, încît electromiograma globală, efectuată cu ajutorul electrozilor de suprafață, evidențiază un caracter sinusoidal foarte redus. Acest mod de sincronizare fiziologică a activității unităților motorii trebuie diferențiat, de către medicul sportiv și de clinicianul neurolog, de aspectul electromiografic cules de la bolnavii de poliomielită, la care se observă de asemenea potențiale sincronizate și foarte ample, la baza lor aflîndu-se formarea unor unități motorii gigante, deoarece neuronii motori neatinși de boală și nedegenerați cresc și „capturează" fibrele musculare a căror inervație a fost distrusă de boală.

În afară de aceste trei mecanisme funcționale elementare, care reglează gradarea contracției musculare în cazul unor solicitări fizice din ce în ce mai mari, sistemul nervos central este implicat în această reglare fină a dozării intensității contracției prin intermediul reflexului miotatic, prin aportul formațiunii reticulare a trunchiului cerebral și în ultimă analiză prin numeroasele formațiuni subcorticale și corticale, care constituie reglatorul principal al acestor procese complexe.

Reflexul miotatic sau reflexul de întindere participă la reglarea gradului de încordare musculară prin impulsurile nervoase care se nasc în momentul modificării poziției corpului. Corpusculii Golgi, aflați în tendoanele mușchilor tuturor mamiferelor, în imediata apropiere a originilor musculare ale tendoanelor, precum și în fusurile musculare situate chiar în interiorul mușchiului, sînt excitați de modificările poziției corpului, descărcarea acestor receptori ducînd pe cale reflexă la intensificarea contracției grupei musculare aflate în stare de întindere. Cînd crește tensiunea exercitată asupra mușchiului, crește și numărul de impulsuri pe unitate de timp, dar nu în mod liniar. Frecvența de descărcare este în mod aproximativ direct proporțională cu logaritmul tensiunii musculare aplicate prin modificarea poziției. Astfel, frecvența de descărcare este un mijloc prin care receptorul de întindere semnalizează sistemului nervos central intensitatea excitării. După cum am văzut mai înainte, cînd intensitatea excitației crește, se mărește și numărul unităților motorii angrenate în contracție.

Scanned with OKEN Scanner

Aceste două mărimi variabile de semnalare a intensității excitației — numărul unităților active și frecvența descărcării unității — explică variația răspunsului reflex față de diferite grade de solicitare.

Formațiunea reticulată din trunchiul cerebral intervine în modificarea tonusului muscular și a dozării gradului de încordare musculară pe calea fasciculelor reticulospinal și vestibulospinal, care, prin intermediul motoneuronilor alfa și gamma medulari, determină facilitarea activității fibrelor striate fie prin reflexe monosinaptice, fie prin reflexul miotatic. Cercetările electrofiziologice din ultimii ani au scos în evidență existența a două sisteme reticulare de influențare a tonusului muscular. Unul este *sistemul reticular facilitator descendent* al tonusului muscular, care se întinde din regiunea bulbară pînă la nivelul hipotalamusului posterior, avînd o localizare dorso-laterală în axa cerebrală. Stimularea electrică a acestei zone determină o creștere substanțială a tonusului muscular nu numai prin facilitarea reflexului miotatic, ci și prin inhibarea celui de flexie. În condiții fiziologice, celulele sistemului reticular facilitator descendent emit descărcări ritmice care bombardează motoneuronii alfa și gamma, aceștia din urmă la rîndul lor asigurînd stimularea corespunzătoare a fibrelor musculare.

În regiunea centrală a bulbului se află o zonă a formațiunii reticulare, numită *sistem reticular inhibitor*, cu rolul de reducere a tonusului muscular, care acționează tot prin intermediul motoneuronilor alfa și gamma medulari. Acest sistem reticular inhibitor este activat de stimuli proveniți din scoarța frontală, din corpii striați, de la porțiunea ventrală a cerebelului și de la baroreceptorii zonelor reflexogene sinocarotidiene și cardioaortice.

Echilibrul dintre cele două sisteme reticulare de facilitare și de inhibare a tonusului muscular este realizat, controlat și determinat de nevoile de adaptare ale organismului față de diferite solicitări. Astfel, în timpul somnului tonusul muscular scade sub influența impulsurilor dominante ale sistemului reticular inhibitor, reflexele miotatice sînt atenuate, iar cele de apărare sînt amplificate. Relaxarea musculară în timpul somnului

Scanned with OKEN Scanner

facilitează procesele metabolice anabolizante de refacere (Cl. Baciu, 1977).

În starea de veghe se produce o comutare a activității reticulate spre accentuarea influenței sistemului reticular facilitator descendent, precum și a sistemului activator ascendent din formațiunea reticulată. Ca urmare a acestei influențe are loc activarea difuză a scoarței cerebrale, care la rîndul ei emite comenzi specifice către mușchi pe calea piramidală, de unde pe parcurs se emit stimuli colaterali spre formațiunea reticulată facilitatoare a tonusului muscular. Această facilitare reticulară asigură fondul general pe care se bazează comenzile eferente piramidale destinate realizării unor răspunsuri motorii precise, adecvate scopului major de adaptare față de cerințele mediului. Așadar, în condițiile unor solicitări accentuate a forței musculare, ca cele întîlnite în eforturile sportive de forță sau de forță-viteză, declanșarea propriu-zisă a actului motor specific este precedată de creșterea reflexă a tonusului muscular extensor, asigurînd astfel baza solidă a încordării maxime a musculaturii ce urmează să fie angrenată în efort.

Scoarța cerebrală participă mai ales la reglarea încordării din timpul solicitărilor maximale ale mușchilor, cînd este nevoie de obținerea unui focar cortical puternic de excitație, printr-un efort voluntar de concentrare corticală, de unde impulsurile eferente de comandă sînt trimise direct pe calea piramidală spre motoneuronii alfa-medulari, sistemul gamma-motor al fusurilor musculare fiind astfel ocolit.

Pe baza acestor mecanisme fiziologice de reglare a gradului de încordare musculară în eforturile de forță efectuate cu diferite încărcături, întîlnim în antrenamentul sportiv următoarele trei situații tipice :

a) În cazul utilizării unor *încărcături medii și mici* valoarea biologică a excitantului este mică, avînd în vedere „legea forței" care stabilește că intensitatea reacției de răspuns pînă la o anumită limită este proporțională cu forța excitantului. În această situație sînt posibile două variante :

— dacă sportivul execută mișcările specifice de forță cu viteză maximă obține creșterea însemnată a accele-

Scanned with OKEN Scanner

rării în prima partea a efortului, apoi accelerația scade pînă la zero și în partea a doua a mișcării devine negativă (se încetinește). În prima parte a mișcării forța manifestată de sportiv depășește greutatea obiectului ridicat, apoi devine mai mică, deoarece partea a doua a mișcării se realizează conform inerției obiectului ridicat. Durata totală a mișcării fiind scurtă, timpul real de încordare musculară maximă, așa-numitul „moment muscular", este și el redus și nu constituie un excitant biologic suficient de intens în direcția stimulării hipertrofiei musculare;

— în cazul în care greutatea medie sau mică este ridicată cu viteză mai mică, dar constantă, accelerarea oscilează nesemnificativ în jurul liniei care indică zero, iar în mișcare sînt angrenate grupele musculare antagoniste (R. S. Pearson, 1958), care cu timpul duc la fixarea acestei scheme de inervație și la imposibilitatea manifestării forței maxime prin astfel de exerciții.

b) În eforturile de forță *submaximale* frecvența impulsurilor nu atinge valori mari (15—25 impulsuri/s), iar activitatea unităților motorii este asincronă. În funcție de oboseala survenită, o parte din unitățile motorii sînt deconectate și lucrează succesiv. Sub influența antrenamentului se perfecționează mecanismele alternării unităților motorii între ele, iar rezultatul va fi, în special, creșterea rezistenței în regim de forță și nu dezvoltarea forței maxime.

c) În eforturile de forță *maxime* sau apropiate de cele maxime, viteza mișcării atinge repede limita ei maximă, după care nu mai crește, ci variază ușor în jurul acestei valori, accelerația oscilînd și ea nesemnificativ în preajma liniei zero. În acest caz, forța manifestată de sportiv este echivalentă cu greutatea materialului ridicat, evidența încărcăturii fiind ușurată.

În situația utilizării unor încărcături maxime, valoarea biologică a excitantului este și ea maximă (doar încărcăturile supramaximale pot provoca starea de inhibiție corticală prematură de protecție). După un astfel de excitant urmează o fază de inhibiție corticală de refacere, apoi o „fază de exaltare" sau de „supracompensare", în care nivelul funcțional și potențialul biologic al întregului sistem angrenat în efortul de forță prezintă

Scanned with OKEN Scanner

parametri superiori situațiilor anterioare. Cercetările efectuate de către autori bulgari (D. Mateev, A. Akrabov, 1959), sovieticii V. M. Zațiorski, N. V. Zimkin (1971), maghiarii L. Nádori, J. Koltai (1976) și alții au arătat că aceste legități fiziologice generale sînt valabile și în domeniul dezvoltării forței musculare. Toate încercările de a obține o hipertrofie musculară accentuată, fără aplicarea unor stimuli biologi puternici (maximi sau apropiați de aceștia), s-au dovedit a fi ineficiente. Hellebrandt și S. Houtz (citați de V. M. Zațiorski, 1968) au încercat dezvoltarea forței maxime cu o încărcătură ce putea fi ridicată de cca 25 ori, dar era ridicată doar de 15—18 ori, pentru a nu duce la epuizarea totală a capacității de efort a subiecților. Cu toate că la un antrenament numărul de repetări ajungea la cca 1 000 pe zi, timp de 6 luni, de 5 ori pe săptămînă, la sfîrșitul perioadei stabilite nu au putut evidenția creșterea semnificativă a forței musculare maxime a subiecților.

La oamenii neantrenați, utilizarea timp mai îndelungat a unor încărcături ce reprezintă mai puțin decît 20% din forța lor maximă atrage după sine scăderea treptată a forței maxime, iar la sportivii începători, la care dezvoltarea forței maxime este situată pe un plan cu totul secundar, scăderea forței maxime existente începe la încărcături de cca 35% față de forța lor maximă (T. Hettinger, 1970). La sportivii de performanță, obișnuiți cu încordări musculare mari și foarte mari, hipotrofia, apoi chiar atrofia mușchilor apar chiar în condițiile aplicării unor încărcături relativ mari, însă care se situează sub nivelul obișnuit al solicitării forței lor musculare. Astfel, dacă un halterofil începe să se antreneze cu greutăți de 60—80% față de greutatea maximă utilizată anterior în antrenamente și nu efectuează repetările pînă la apariția evidentă a oboselii musculare („pînă la refuz"), după o perioadă de aproximativ o lună încetează creșterea forței musculare și curînd începe chiar să scadă, regresul atingînd în două luni 5% și mai mult. Din experiența personală am tras concluzia că atleții care în timpul sezonului competițional, vara, nu obișnuiesc să utilizeze în antrenamente exerciții de forță, cu solicitări maxime ale forței proprii, își pierd treptat forța acumu-

Scanned with OKEN Scanner

lată în perioada pregătitoare de iarnă și primăvară, și în pofida unei pregătiri sistematice și cu mare atenție doar prin exerciții specifice probelor preferate, performanțele nu cresc în continuare și de cele mai multe ori rezultatele promițătoare din primele concursuri de primăvară și început de vară nu mai pot fi reeditate mai tîrziu. În asemenea situații, intercalarea unor antrenamente cu solicitări mari ale forței musculare la aruncători salvează situația și performanțele vor crește în continuare pe o linie ascendentă.

În concluzie, mecanismele fiziologice de bază, care reglează modificarea gradului de încordare musculară în cadrul eforturilor de forță, constau în : recrutarea unui număr variat de unități motorii în contracție ; modificarea frecvenței impulsurilor nervoase venite de la centrii corticali pe calea piramidală și apoi pe calea motoneuronilor alfa-medulari ; sincronizarea activității diferitelor unități motorii, realizînd în final o contracție tetanică foarte puternică. În cazul încordărilor mici și medii, pe primul plan al reglării forței încordării se situează fenomenul de „recrutare" a unui număr din ce în ce mai mare de unități motorii, apoi primul plan este ocupat treptat de creșterea frecvenței descărcărilor centrilor nervoși, ca spre sfîrșit, la încordări mari și foarte mari, sincronizarea activității diferitelor unități motorii și obținerea unei încordări tetanice intense și prelungite să ocupe primul loc în ierarhia mecanismelor de reglare.

Substratul morfofuncțional al acestor mecanisme de reglare este constituit la nivel elementar de sistemul gamma-motor, care pune în funcțiune reflexul miotatic, apoi se cuplează formațiunea reticulată a trunchiului cerebral, iar în eforturile mari și foarte mari se bazează pe mobilizarea totală neocorticală a tuturor resurselor fizice și neuropsihice ale sportivului, în vederea aruncării în lupta sportivă a „rezervelor sale vitale" pentru obținerea unor performanțe de valoare internațională. Această mobilizare „totală" apare însă numai pe fondul unor solicitări repetate, cu mare intensitate în antrenament, așa cum vom vedea mai departe în cadrul tratării metodelor de antrenament recomandate în vederea dezvoltării forței.

Scanned with OKEN Scanner

3.2.4. Potențialul contractil al mușchilor

Contracția mușchilor scheletici reprezintă mijlocul prin care organismul reacționează la solicitările mediului ambiant. „Toată diversitatea infinită a manifestărilor externe ale activității cerebrale poate fi privită în ultimă instanță ca un singur fenomen : acela al mișcării musculare" (I. M. Secenov, 1863).

Impulsul de comandă a sistemului nervos central este transmis sub formă de potențial de acțiune de comandă, pe calea nervilor motori, spre terminația motoneuronului alfa-medular, unde prin intermediul plăcii motorii declanșează eliberarea unui mediator chimic, acetilcolina, care la rîndul ei provoacă o depolarizare a membranei fibrei musculare, inițiind impulsul final care conduce la contracția fibrei musculare. Fenomenele biochimice și fiziologice complexe, care se produc între impulsul fibrei musculare și contracția propriu-zisă, sînt denumite *cuplaj excitație-contracție*, pentru a le diferenția de procesul de contracție în sine. Perioada latentă dintre depolarizarea membranei și începutul răspunsului mecanic este foarte scurtă (o milisecundă), dar în decursul ei se produc un număr surprinzător de fenomene mecanice, termice și optice.

Răspunsul contractil scurt al mușchiului scheletic, la o singură stimulare supraliminară, este denumit *secusă*. Înregistrarea grafică a unui astfel de răspuns evidențiază desfășurarea în timp a scurtării mușchiului (fig. 7).

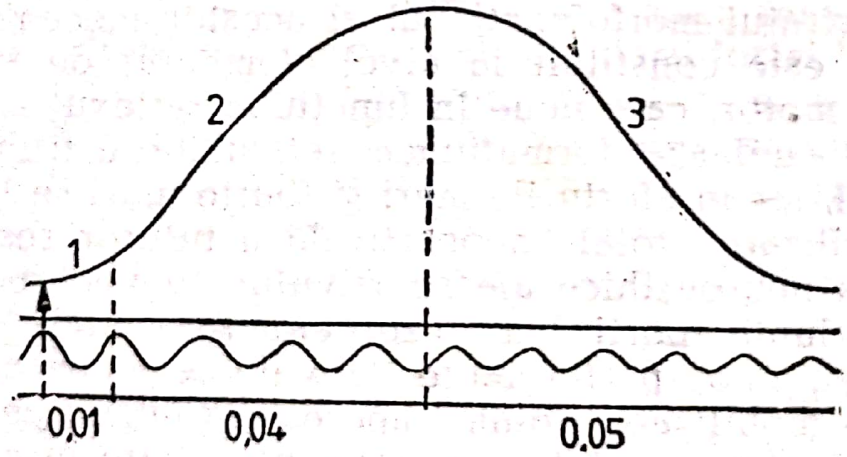


Fig. 7. Secusa musculară — momentul excitării : 1=perioada latentă, 2=perioada de contracție ; 3=perioada de relaxare. Linia ondulată reprezintă marcajul timpului.

Scanned with OKEN Scanner

Forma curbei de secusă, cînd este înregistrată în aceleași condiții, este similară pentru toți mușchii striați, însă timpul de contracție și durata totală a secusei variază mult la diferiți mușchi. Există mușchi „rapizi" sau „fazici" și mușchi „lenți" sau „tonici", în funcție de compoziția biochimică a fibrelor care alcătuiesc mușchiul. Cel mai rapid mușchi este dreptul intern al ochiului, care are un timp de contracție de numai 7,5 milisecunde, în timp ce flexorii fiziologici (de exemplu, tibialul anterior) au un timp de contracție de 25—30 milisecunde. Mușchii tonici profunzi prezintă un timp de contracție mult mai lung (94—120 milisecunde).

Mușchii rapizi, cu timpi de contracție relativ scurți, au nevoie de o frecvență de stimulare ridicată pentru realizarea fuziunii contracției în tetanos și implicit pentru atingerea tensiunii interne maxime. Mușchiul scheletic nestimulat, aflat în repaus, se află în mod normal într-o tensiune internă ușoară, deoarece se scurtează cu cca 20% după secționarea tendoanelor proprii. Lungimea mușchiului relaxat, nefixat, la care tensiunea de repaus este zero, reprezintă *lungimea de echilibru*. Lungimea mușchiului de la care se pornește și se poate dezvolta tensiunea de contracție maximă poartă denumirea de *lungime de repaus*. După Rahlston și colab., lungimea de repaus la om este mai mică decît lungimea de extensie maximă, posibilă în condiții naturale. Extensiile pînă la 150% din lungimea de echilibru sînt perfect reversibile, în sensul că mușchiul revine la lungimea de echilibru în momentul relaxării. Mușchiul scheletic se rupe în momentul în care atinge de cca 3 ori lungimea proprie de echilibru.

Deoarece mușchii acționează la lungimi diferite și variabile, este important să știm cum poate fi influențată capacitatea de contracție de către modificările în lungime ale mușchiului, în condiții naturale. Tensiunea de contracție crește mai mult sau mai puțin liniar cu creșterea lungimii inițiale pînă la atingerea unui nivel maxim. Depășirea acestei limite duce la scăderea tensiunii interne de contracție și implicit la o forță mai mică. Lungimea inițială optimă corespunde în linii mari lungimii naturale sau lungimii de repaus a mușchiului în corp, cu o ușoară tensiune inițială de întindere. Tensi-

Scanned with OKEN Scanner

unea totală pe care un mușchi o poate exercita în condiții optime este în funcție de numărul total de fibre. Această tensiune, dacă este exprimată în kg/cm^2 de secțiune transversală fiziologică, reprezintă forța *musculară absolută*, ea fiind de 4 kg/cm^2 la om. Cu alte cuvinte, forța dezvoltată de către un mușchi este direct proporțională cu diametrul secțiunii sale fiziologice. Cu cît această secțiune transversală (perpedinculară pe toate fibrele unui mușchi) este mai mare, cu atît forța dezvoltată este și ea mai mare. De aici rezultă următoarea concluzie practică, deosebit de importantă: una din principalele căi de mărire a forței musculare este sporirea suprafeței sale de secțiune fiziologică, adică obținerea *hipertrofiei musculare*. Observațiile îndelungate efectuate asupra sportivilor, precum și un număr impresionant de date experimentale adunate în laborator, pe animale de experiență, confirmă în unanimitate faptul că, în urma unor eforturi sistematice efectuate cu îngreuieri, masa mușchilor scheletici crește. Pînă în prezent nu este definitiv clarificată problema pe seama căror componente ale mușchilor se produce creșterea maselor acestora, însă biochimia sportivă din ultimii ani a adus dovezi convingătoare în privința sporirii elementelor sarcoplasmatice și chiar a proteinelor contractile. Despre ATP și CP muscular nu s-a putut demonstra o evidentă sporire în starea de hipertrofie musculară funcțională.

Încă la sfîrșitul secolului trecut (1897), marele fiziolog B. Morpurgo de la Institutul de patologie al Universității din Siena, a scris următoarele: „Este cert faptul că masa mușchilor scheletici răspunde la efortul intens prin hipertrofia de activitate". Această concluzie, strălucită pentru vremea aceea, a fost formulată pe baza următoarelor studii experimentale:

— timp de două luni, un cîine a fost obligat să alerge zilnic peste 5 km, distanța totală parcursă fiind de 3 218 km. După această perioadă, secțiunea transversală a mușchiului croitor (sartorius) a fost găsită cu 54% mai mare, în comparație cu situația dinaintea experimentului. Numărul fibrelor musculare a rămas nemodificat, deci creșterea volumului și a secțiunii transversale a mușchilor se datorește hipertrofiei fibrelor musculare solicitate — conchidea pe bună dreptate autorul;

Scanned with OKEN Scanner

— pentru a determina dacă efortul fizic duce, pe lîngă hipertrofia funcțională, și la modificarea lungimii fibrelor, B. Morpurgo a măsurat lungimea unui număr de 1 800 fibre individuale, din 9 mușchi diferiți, înainte și după un program de exerciții fizice efectuate timp de două luni. Autorul nu a găsit nici o modificare privind lungimea fibrelor.

În privința mecanismului intim al hipertrofiei musculare, cercetările clasice ale lui G. Embden și ale elevilor săi Deuticke și Hensay au arătat că modificarea capacității de sinteză și hipertrofia mușchiului, care condiționează capacitatea funcțională a acestuia, au loc paralel cu modificarea stării coloidale a proteinelor musculare. Astfel, puterea de sinteză a mușchiului pentru esterii hexozofosforici scade în condiții de rigiditate termică, chimică sau în hipofuncție hepatică. Antrenamentul determină paralel cu mărirea capacității de lucru a mușchiului și creșterea puterii lui de sinteză și deci de hipertrofie. Cercetările lui Deuticke au arătat că în toate stările însoțite de scăderea potențialului de sinteză a mușchiului, în special în oboseala accentuată, se produce o diminuare a solubilității proteinelor musculare, relevînd prin aceasta importanța stării fizico-chimice a proteinelor musculare pentru procesele de sinteză. În cazul mușchiului obosit, modificările capacității de sinteză și a solubilității proteinelor sînt variabile, ele dispărînd complet după o perioadă de odihnă. Produșii cataboliți ai activității musculare, care în perioada inițială a activității se resintetizează, se acumulează în timpul unei activități prelungite, determinînd modificarea stării coloidale a proteinelor. Aceasta duce la limitarea proceselor de sinteză și în ultimă analiză la oboseală accentuată.

Cercetările efectuate în U.R.S.S. de către K. M. Popova, pe animale de laborator, au arătat că în perioada de repaus, care urmează după activitatea musculară, se produce o retenție masivă de azot proteic din sîngele aferent, urmată de creșterea azotului muscular proteic. Pe baza acestor date, autoarea pledează pentru existența unui proces intens de sinteză a proteinelor în perioada de repaus, care urmează după efortul muscular, ducînd în final la creșterea masei musculare prin hipertrofia funcțională a fibrelor musculare intens solicitate.

Scanned with OKEN Scanner

3.3. Fundamentarea fiziologică și biochimică a hipertrofiei musculare

În lumina datelor fiziologiei și biochimiei moderne obținerea hipertrofiei funcționale a mușchilor la sportivi, în cadrul antrenamentului de forță, necesită următoarele elemente :

— excitant biologic intens ;
— aport corespunzător de proteine ;
— prezența hormonilor anabolizanți endogeni în cantități necesare.

3.3.1. Excitantul biologic necesar obținerii hipertrofiei musculare

Din cele prezentate anterior rezultă una din legitățile fiziologice de bază ale cuplajului excitație-contracție și anume *caracterul lui fazic.* Fiecare excitație este urmată de o fază de inhibiție, în timpul căreia au loc procese fiziologice și biochimice necesare restaurării potențialului contractil al unității motorii. Această inhibiție postexcitatoare este cu atît mai exprimată, cu cît procesul excitator premergător a fost mai puternic, tradus printr-o frecvență crescută de descărcare a motoneuronilor angrenați în activitate. Pe baza unei proprietăți fundamentale a materiei vii, în sistemele biologice deci și în organismul viu, după un ciclu de excitație și de inhibiție consecutivă, starea funcțională și nivelul metabolismului anabolizant de sinteză și refacere tisulară nu numai că își revine la nivelul inițial dinaintea efortului, ci întrece acest nivel prin crearea unor condiții biologice adaptative favorabile de „superrestabilire" sau fază de „supracompensare", avînd ca scop înlesnirea adaptării tot mai perfecte față de cerințele intense impuse de efort. Cu cît este mai intensă excitația, cu atît este mai „profundă" și inhibiția consecutivă și implicit mai amplă „supracompensarea". Numai excitațiile suficient de puternice provoacă focare de excitație suficient de puternice, care la rîndul lor determină apariția unui focar de inhibiție intensă și profundă, asigurînd apariția și desfășurarea unor procese metabolice anabolizante, viguroase,

Scanned with OKEN Scanner

ce stau la baza perfecționărilor funcționale și structurale ulterioare.

Aceste considerente de ordin neurofiziologic, traduse în limbaj tehnico-metodic, înseamnă că încărcătura utilizată în antrenamentul de forță, în vederea dezvoltării forței maxime prin obținerea hipertrofiei musculare de activitate, trebuie să fie foarte mare, uneori chiar maximală. Datorită faptului că în cazul încărcăturilor medii și mici, forța biologică a excitantului este și ea medie sau mică, focarul de excitație corticală și inhibiția consecutivă vor fi de valoare medie sau mică, iar supracompensarea se va manifesta și ea într-o formă mult diminuată. Așadar, *„legea forței excitantului"* enunțată încă de I. P. Pavlov, conform căreia intensitatea reacției de răspuns în sistemele biologice este proporțională cu forța excitantului, s-a dovedit de cea mai mare importanță în practica sportivă, în domeniul măririi substanțiale a forței musculare. Așa cum am mai arătat, toate încercările unor specialiști de a mări forța musculară, fără a recurge la încordări neuromusculare mari și foarte mari, s-au dovedit ineficiente și neavenite. Și astfel, în pofida unor controverse neîncheiate încă în jurul acestei probleme, majoritatea specialiștilor și mai ales practica au dovedit că mărirea forței musculare necesită aplicarea unor excitanți biologici puternici, reflectați prin încărcături foarte mari, apropiate de cele maximale. Se poate pune întrebarea : de ce nu se aplică excitanți maximali în antrenamentul de forță ? Răspunsul este simplu : excitanții (încărcăturile) maximali pot fi ridicați doar o singură dată, deci valoarea lor biologică deși este mare, nerepetîndu-se la intervale de timp relativ scurte, nu constituie un excitant atît de eficient ca încărcăturile ceva mai scăzute, dar care prin serii și reprize repetabile constituie excitanți de mare valoare biologică. Bineînțeles, pentru a-și păstra eficiența lor biologică maximă, încărcăturile nu trebuie să se situeze mult sub nivelul maximal, ci în imediata apropiere a acestei valori, excitantul biologic propriu-zis fiind constituit din volumul cît mai mare de lucru efectuat cu greutăți cît mai mari, într-un timp cît mai scurt. Cu alte cuvinte, valoarea biologică a excitantului necesar obținerii hipertrofiei musculare este expresia unei încărcă-

Scanned with OKEN Scanner

turi mari (apropiată de cea maximă), a unui volum de lucru considerabil cu astfel de încărcături foarte mari și a unei intensități (sau densități) de lucru foarte mare, aceste trei cerințe fiind într-o corelație optimă atunci cînd fiecare se află la valori maxime în raport cu cerințele celorlalți doi parametri.

Desigur, în diferite ramuri de sport și în diferite perioade de antrenament volumul, intensitatea și uneori chiar și densitatea lucrului cu greutăți variază și este bine să varieze, pentru a evita monotonia și „fixarea" mecanismelor de adaptare la orice nivel al intensității de lucru. Vom vedea de asemenea că în perioada de însușire a unor deprinderi motrice este bine să se lucreze cu încărcături mai mici, ca dealtfel și în perioada dinaintea unor concursuri dificile. Din punct de vedere fiziologic este foarte importantă evitarea montoniei antrenamentului, dar poate să apară și o *monotonie a solicitării*, pentru care recomandăm evitarea lucrului cu încărcături stereotipe, iar în alcătuirea reprizelor și a seriilor să se tindă spre o variație cît se poate de frecventă a manierei de lucru cu greutăți, variația fiind de dorit în toate cele trei componente ale efortului : — încărcătura, volumul și densitatea.

Utilizarea încărcăturilor mari și foarte mari trebuie să se facă printr-o creștere treptată a încărcăturii, conform principiului măririi gradate a efortului. În cazul unor reacții fiziologice și biochimice adecvate la o anumită încărcătură, după 3—4 săptămîni ea poate fi mărită, ducînd la rîndul ei la apariția unor modificări funcționale și structurale noi, a căror consolidare este sarcina antrenamentelor ulterioare. Este vorba deci de două fenomene fiziologice distincte, de foarte mare importanță : în prima parte a treptei de mărire a intensității lucrului apar modificările funcționale adaptative noi, iar în cea de-a doua parte, prin ridicarea la valori superioare a excitantului biologic, acestea se consolidează pe plan fiziologic, biochimic și anatomo-histologic. Consolidarea și fixarea modificărilor adaptative sînt posibile în condițiile în care perioada în care se lucrează cu noua încărcătură este destul de mare. Forțarea înainte de termen a utilizării unor încărcături prea mari desincronizează procesele adaptative și face imposibilă mai ales

Scanned with OKEN Scanner

consolidarea noului nivel de adaptare fiziologică. Hipertrofia musculară și implicit forța obținută prin utilizarea precoce a unor încărcături exagerat de mari se pierde foarte repede în condițiile scăderii dozei de excitant biologic în antrenament.

Recent G. Röcker, W. Meller și H. Mellerowicz (1978) au publicat date interesante cu privire la rolul excitantului biologic corespunzător pentru obținerea hipertrofiei și creșterii forței musculare. Ei au supus unui efort fizic aproximativ egal doi gemeni monozigoți, în felul următor : amîndoi au executat flotări pe bancă timp de 10 s și genuflexiuni cu haltere timp de 15 s. Unul din ei (subiectul A) s-a antrenat cu 80%, iar celălalt (subiectul B) cu 24% din forța maximă. Numărul repetărilor pe serie a fost de 3 pentru subiectul A și de 10 pentru B, care a efectuat exercițiile cu viteză maximă. Antrenamentul s-a desfășurat zilnic timp de 6 săptămîni.

Autorii au urmărit modificările forței pentru exercițiile date, înălțimea săriturii executate cu îndoirea maximă a genunchilor, forța și rezistența statică a mușchiului cvadriceps femural, produsul forță-timp, cît și activitatea electrică integrată a cvadricepsului femural.

La sfîrșitul celor 6 săptămîni de antrenament autorii au constatat valori mult mai bune la subiectul A, care s-a antrenat cu 80% din forța lui maximă. Astfel, atît pentru flotări, cît și pentru genuflexiuni cu haltera valorile erau mult superioare la subiectul A. Forța statică a acestuia a crescut considerabil la nivelul cvadricepsului femural, ca și înălțimea săriturii cu genunchii îndoiți. Rezistența statică a crescut numai la subiectul A, în timp ce la subiectul B a scăzut. Ca urmare, produsul forță-timp a crescut vertiginos la subiectul A și a scăzut la subiectul B. Activitatea bioelectrică a scăzut considerabil la subiectul A ca expresie a creșterii economiei contracției musculare, iar la subiectul B nu s-a modificat.

Autorii concluzionează pe bună dreptate că rolul hotărîtor în obținerea creșterii forței la subiectul A l-a avut excitantul biologic mai energic, reprezentat de încărcătura mai mare, în timp ce încărcătura de 24% din forța maximă a subiectului B s-a dovedit a fi ineficientă în privința creșterii forței musculare, deși exercițiile au fost efectuate cu viteză maximă.

Scanned with OKEN Scanner

În practică, se utilizează în ultimul timp încărcături ce pot fi ridicate în cadrul unei reprize de maximum 8 ori, încărcăturile mai mici fiind considerate ca excitanți prea slabi pentru a facilita obținerea hipertrofiei musculare. În cadrul antrenamentului se folosesc de preferință greutăți maximale și apropiate de acestea, care pot fi ridicate de 1—3 ori, combinate cu ridicarea unor greutăți mari, care pot fi ridicate de 4—7 ori. În tabelul următor redăm denumirea încărcăturii și numărul repetărilor posibile într-o repriză (după V. M. Zațiorski, citat de L. Nádori, J. Koltai, 1976, modificat de noi).

Tabelul nr. 4

Denumirea încărcăturii	Nr. repetărilor posibile într-o repriză
Maximă	1
Submaximală	2—3
Mare	4—7
Potrivit de mare	8—12
Mijlocie	13—18
Moderată	19—25
Mică	peste 25

În concluzie, valoarea biologică a unui excitant menit să asigure hipertrofia musculară funcțională și implicit creșterea forței maxime este constituită din încărcături (greutăți) foarte mari și maxime, ridicate de cît mai multe ori într-un antrenament, cu o densitate cît mai mare a lucrului. În lumina datelor moderne ale neurofiziologiei și biochimiei musculare, numai excitanții suficient de puternici și repetați la intervale relativ scurte duc la modificări metabolice și trofice ample, care stau la baza modificărilor funcționale și restructurărilor anatomo-histologice și biochimice caracteristice hipertrofiei musculare de antrenament. Pe parcursul procesului de antrenament, prin utilizarea excitanților biologici puternici, în prima treaptă se obțin modificările funcționale, care prin utilizarea acestor excitanți timp mai îndelungat (minimum 3—4 săptămîni) se consolidează, constituind în continuare baza solidă a atacării unei noi trepte și mai intense de solicitare neuromusculară.

Scanned with OKEN Scanner

3.3.2. Rolul aportului corespunzător de proteine

Activitatea musculară destinată obținerii hipertrofiei musculare și creșterii forței reprezintă pentru organism un efort de mare cheltuială energetică. În timp ce sursa energetică directă a contracției este energia eliberată prin descompunerea compușilor fosfați-macroergici, în special a acidului adenozintrifosforic și a creatinfosfatului, odată cu prelungirea efortului se cuplează și combustibilul energetic glucidic și lipidic. De asemenea, marile eforturi musculare sînt însoțite de modificarea stării coloidale a proteinelor musculare și chiar de dezagregarea edificiilor proteice macromoleculare (G. Benetato, 1967). Retenția crescută de azot după un efort muscular intens este dovada fiziologică și biochimică elocventă a intensificării distrugerilor proteice din timpul efortului intens de forță. Înlocuirea acestei cantități însemnate de proteine după efort este deci absolut obligatorie, în vederea realizării în bune condiții a reparațiilor tisulare în perioada de refacere și de restabilire a potențialului contractil a fibrelor musculare. În plus, hipertrofia musculară presupune creșterea masei musculare și în special a componentei proteice a fibrelor, ceea ce reclamă sporirea aportului de proteine după eforturile intense de forță. Autorii francezi A. Creff și L. Bérard (1969) notează că după un vechi proverb francez „mușchiul de om se face cu mușchi de vacă"... Cu alte cuvinte, pentru un sportiv, care se antrenează în vederea dezvoltării forței musculare, componenta cea mai importantă a alimentației este reprezentată de proteine, constituientul de bază al musculaturii. De asemenea, proteinele sînt părți componente ale enzimelor, care dirijează și influențează toate procesele metabolice din organism. Deși proteinele joacă un rol energetic cu totul secundar în organism, ele participă la toate procesele fundamentale ce se petrec în materia vie și de aceea sînt indispensabile pentru orice organism viu și cu atît mai mult pentru organismul sportivilor care depun eforturi intense în vederea obținerii hipertrofiei musculare. Dacă mai adăugăm la toate aceste considerente majore și faptul că proteinele nu pot fi acumulate și depozitate în organism, importanța unui aport proteic corespunză-

Scanned with OKEN Scanner

tor pentru sportivi și mai ales pentru cei care efectuează eforturi de forță este ușor de înțeles. Așadar, pe lîngă administrarea unor excitanți biologici puternici, aportul corespunzător de proteine reprezintă a doua cerință majoră a antrenamentului de forță.

Asigurarea doar a „minimului proteic" (1 g/kg/zi) în aceste condiții este cu totul insuficient, deoarece cantitatea recomandată pentru nesportiv nu poate acoperi nici măcar nevoile plastice și de reînnoire și reparație tisulară la sportivi. Cercetători de mare autoritate științifică (T. Hettinger, N. N. Iakovlev, A. Creff și L. Bérard, I. Mincu, A. Popovici) sînt de părere că, în perioadele de antrenamente intense de forță, rația alimentară de proteine se poate mări pînă la 2—2,5 g/kg/zi, din care 50% să fie reprezentată de proteine de origine animală, de mare valoare biologică, datorită conținutului lor bogat în aminoacizi esențiali (sau indispensabili), cum sînt: valina, leucina, izoleucina, metionina, fenilalanina, triptofanul, arginina și histidina. Mărirea rației protidice la sportivi trebuie să se facă progresiv, deoarece în caz contrar se acumulează în sînge ureea, acidul uric și amoniacul, „deșeuri" care duc la apariția oboselii cronice și chiar la tulburări metabolice mai grave. De asemenea, creșterea rației de proteine chiar sub forma de concentrate proteice (din ce în ce mai răspîndite în lumea sportivă) trebuie să fie însoțită de creșterea rației de apă, în vederea asigurării eliminării renale a metaboliților proteici, de cele mai multe ori toxici pentru organism. Orice exces protidic reclamă o suplimentare a vitaminei B_6 și a ionului de potasiu, în vederea asigurării metabolizării normale a aminoacizilor rezultați din hidroliza lanțurilor polipeptidice.

Știut fiind metabolismul extrem de complicat al proteinelor, nu se recomandă mărirea rației de proteine peste 20% din valoarea calorică a rației zilnice, mai ales datorită solicitării intense a ficatului și rinichilor de către metaboliții proteici, unde aceștia sînt neutralizați și eliminați (fig. 8).

În concluzie, antrenamentul de forță reclamă mărirea rației proteice din alimentația sportivilor din două motive: necesitatea acoperirii cantității de proteine menite să realizeze refacerea distrugerilor celulare datorită efor-

Scanned with OKEN Scanner

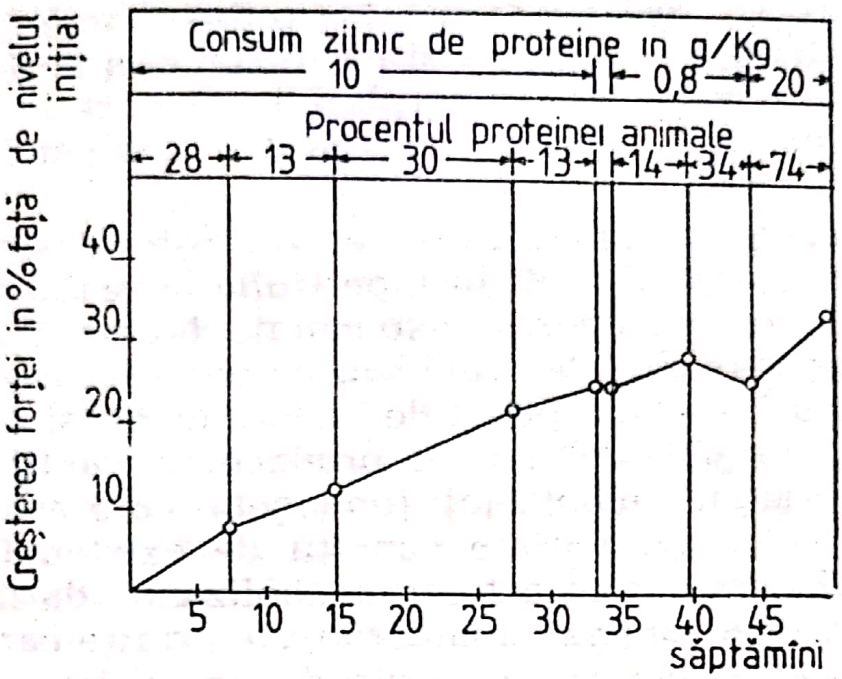


Fig. 8. Creșterea săptămînală a forței în cazul unui regim de antrenament constant, în funcție de aportul calitativ și cantitativ de proteine.

tului intens și asigurarea surplusului de substanțe proteice necesare sintezei materiei vii, în cadrul hipetrofiei musculare de activitate. Creșterea ponderii aportului proteic trebuie realizată treptat, odată cu mărirea cantității de apă ingerată, cu administrarea vitaminei B_6 și a ionilor de potasiu. Este bine ca cca 50% din cele 2,5 g de proteine/kg/zi să fie alcătuită din proteine de origine animală, avînd în vedere necesitatea asigurării unui aport corespunzător de aminoacizi esențiali. Depășirea limitei de 18—20% de proteine din valoarea calorică zilnică a rației comportă unele pericole majore, mai ales supraîncărcarea activității hepatice și renale, ce se poate solda cu apariția oboselii accentuate.

3.3.3. Rolul hormonilor anabolizanți în hipertrofia musculară

Pe lîngă excitantul biologic adecvat și aportul corespunzător de proteine, hipertrofia musculară implică și prezența unor cantități importante de hormoni anabolizanți, care au menirea de a facilita retenția de azot proteic și încorporarea acestuia în țesutul muscular format. Este cunoscut faptul că această creștere a masei

musculare se face pe seama îngroșării fibrelor musculare existente (hipertrofie) și nu este vorba de formarea de noi fibre musculare (hiperplasie), așa cum au încercat să dovedească P. Gudz din Kiev și germanul A. Benninghof.

În lumea sportului, cînd se vorbește despre rolul hormonilor anabolizanți în hipertrofia musculară, se înțelege de obicei aportul exogen de hormoni anabolizanți, introdus pe cale orală sau parenterală în cantități relativ mari. Este un punct de vedere greșit și exagerat, deoarece organismul nostru produce în cantități suficiente hormoni anabolizanți (endogeni) care asigură nevoia în cele mai variate condiții de existență. Există numeroși hormoni cu acțiune anabolizantă, de facilitare a proceselor de sinteză a materiei vii, printre care amintim pe acela hipofizar somatotrop, care dirijează procesele complicate ale sintezei diferitelor țesuturi, organe și aparate, începînd cu viața intrauterină și apoi asigură formarea de substanță vie necesară creșterii și dezvoltării organismului. Hormonii corticosuprarenali au și ei o anumită acțiune anabolizantă, care este asociată unor efecte catabolizante, de descompunere a proteinelor în timpul unor solicitări și eforturi epuizante. Efectul anabolizant cel mai marcant și mai constant este atribuit pe bună dreptate hormonilor sexuali masculini, dintre care testosteronul prezintă efectul cel mai puternic. Din cele mai vechi timpuri este cunoscut faptul că musculatura bărbaților este mai dezvoltată în comparație cu aceea a femeilor nu numai la specia umană, ci și la majoritatea animalelor, unde masculul prezintă o musculatură și o forță net superioare femelei. Această deosebire se datorește hormonilor androgeni. Masculii castrați sînt lipsiți de musculatura și forța caracteristice sexului atît în regnul animal, cît și la om. Administrarea de hormoni androgeni la castrați și bărbați eunucoizi previne și înlătură atrofia musculară și scăderea forței (G. N. Papanicolau și E. A. Falke, 1938). Faptul este confirmat, fără îndoială în zilele noastre, prin constatarea că aceeași excitanți de antrenament (aceeași încărcătură, aceeași intensitate, deci același volum de lucru), în condițiile unui aport similar de proteine la fete nu duc la o hipertrofie musculară egală cu a băieților postpubertari de

Scanned with OKEN Scanner

aceeași vîrstă. Explicația nu poate fi decît efectul anabolizant mai șters al hormonilor sexuali feminini, în comparație cu hormonii sexuali masculini. De asemenea, există numeroase constatări și dovezi experimentale că înainte de pubertate, cînd nivelul circulant al hormonilor sexuali este mai scăzut și la băieți, eforturile musculare de forță au o eficiență mult mai scăzută în condițiile unui aport corespunzător de proteine de mare valoare biologică. Toate acestea ne duc la concluzia că rolul hormonilor anabolizanți în obținerea hipertrofiei musculare este extrem de mare, datorită efectului lor de a asigura retenția azotului proteic, a sodiului, potasiului și a fosforului anorganic, substanțe cu rol deosebit în formarea țesutului muscular hipertrofiat. Faptul că în ultimul deceniu pe plan mondial s-a răspîndit rapid și necritic tendința de a introduce din afară în organismul sportivilor cantități din ce în ce mai mari de hormoni steroizi anabolizanți a atras atenția specialiștilor în aseme-nea măsură, încît recent steroizii anabolizanți au fost introduși pe lista substanțelor dopante interzise de regulamentele competițiilor. Dincolo însă de această măsură binevenită și corectă din punct de vedere medical, administrarea de cele mai multe ori în doze exagerate, fără justificare și o recomandare competentă, hormonii anabolizanți prezintă o serie de efecte secundare nedorite și chiar periculoase, dintre care menționăm : suprasolicitări și disfuncții articulare (din cauza dezechilibrului creat dintre mușchii rapid hipertrofiați și elementele articulare rămase la dimensiuni și capacități funcționale anterioare) ; rupturi musculare frecvente ; tendința accentuată spre virilism a fetelor și femeilor care consumă hormoni steroizi anabolizanți ; disfuncții hepatice ; dezechilibru hormonal general cu tendința spre accentuarea libidoului la început și contrariul acestei tendințe după un consum exagerat și prelungit. Dezechilibrul hormonal creat înainte de pubertate poate fi atît de accentuat, încît reechilibrarea acestei funcții nu se obține nici într-un deceniu. Toate aceste considerente ne duc la concluzia că trebuie să respingem categoric administrarea hormonilor steroizi anabolizanți la sportivi, bazîndu-ne pe capacitatea fiziologică a organismului în producerea cantităților necesare de astfel de

Scanned with OKEN Scanner

hormoni, în urma hipertrofiei corticosuprarenale consecutive efortului fizic intens și prelungit. Masculinizarea femeilor cu mărirea clitorisului, îngroșarea vocii, hirsutismul și acneea vulgară, precum și suprimarea spermatogenezei la bărbații adulți fertili, cu modificări degenerative la nivelul tubilor seminiferi, staza biliară și acumularea de bilă în capilarele biliare din porțiunea centrală a lobului hepatic (A. Brick și V. Kyle, 1952), osificarea prematură a epifizelor la adolescenți sînt numai cîteva din considerentele de ordin medical care contraindică folosirea steroizilor anabolizanți în afara indicațiilor medicale de strictă specialitate (insuficiență testiculară primară și secundară, nanism panhipofizar etc.).

În concluzie, rolul hormonilor anabolizanți în hipertrofia musculară este fără îndoială foarte mare prin obținerea unui bilanț azotos pozitiv. Ca urmare a administrării de steroizi este favorizată în principal creșterea somatică a mușchilor și scheletului, dar cîștigă în greutate și alte organe, în special rinichii (H. Selye, 1976). Avînd în vedere efectele secundare nedorite și chiar periculoase ale steroizilor anabolizanți, precum și faptul că administrarea lor este interzisă de legile antidoping, recomandăm evitarea administrării acestor hormoni la sportivi, bazîndu-ne pe capacitatea fiziologică a organismului de a produce hormoni anabolizanți endogeni în cantități necesare.

3.4. Bazele fiziologice și biochimice ale metodelor utilizate în scopul dezvoltării forței musculare

Deoarece există mai multe tipuri de forță, ca : forță izometrică, forță dinamică, forță de amortizare, forță explozivă etc., și metodele de educare și de creștere a acestei calități sînt multiple și variate. În principal, metodele de educare a forței se împart în două grupe : metoda bazată pe contracții izometrice pentru dezvoltarea forței statice și metode de educare a forței explozive, numite și metode sau procedee dinamice.

Scanned with OKEN Scanner

3.4.1. Fundamentarea fiziologică a metodei contracţiilor izometrice

Deşi contracţiile izometrice se utilizează în practica antrenamentului sportiv de peste 20 de ani, fundamentarea fiziologică a acestui gen de contracţie este încă şi astăzi insuficientă. În anul 1953, specialiştii Institutului de fiziologia muncii Max Planck, din Dortmund, E. A. Müller şi T. Hettinger au emis următoarea ipoteză privind efectele fiziologice ale contracţiilor izometrice : „cîştigarea forţei depinde de gradul deficitului de oxigen din timpul contracţiei. O încărcătură care provoacă contracţia unui muşchi cu o intensitate inferioară unei treimi din forţa maximă nu produce nici un efect de antrenament, probabil fiindcă ea este insuficientă pentru a produce un deficit de oxigen. O încărcătură care depăşeşte 2/3 din forţa maximă a muşchiului, ducînd la scăderea momentană a aportului de oxigen, provoacă lărgirea capilarelor, mărind astfel activitatea lor cu aproximativ 40%. Urmează apoi o stimulare corespunzătoare a fibrelor musculare, ale căror celule supraactive îşi măresc volumul, de unde rezultă muşchi mai mari, mai grei, mai puternici".

După B. Hoffman, în timpul contracţiei izometrice întreaga energie musculară consumată în efortul static contribuie la dezvoltarea unei tensiuni cît mai mari, fără să se piardă ceva pentru obţinerea unei mişcări. Încordarea statică a forţei produce o tensiune activă mărită a fibrelor musculare, fapt ce atrage după sine o creştere mai mare în grosime şi odată cu aceasta o mărire a volumului muşchiului şi implicit a forţei.

Un alt specialist, C. H. Mc Cloy (1960), susţine, de asemenea, că efectuarea efortului izometric fără mişcare este elementul hotărîtor în stimularea metabolismului celulelor musculare. T. Lierberson, M. Dandey şi M. M. Asa introduc în fiziologia contracţiilor izometrice noţiunea de „timpul de utilizare a muşchilor" pentru exprimarea momentelor de încordare maximă a fibrelor musculare. Timpul de utilizare nu este altceva decît durata menţinerii unei tensiuni maxime a fibrelor musculare, care în cazul unor contracţii musculare dinamice (izotonice) este foarte scurt, în raport cu durata totală

Scanned with OKEN Scanner

a contracţiilor. În schimb, în cazul contracţiilor izometrice „timpul de utilizare" practic este egal cu durata totală a contracţiei. Din măsurătorile specialistului american P. Karpovich rezultă că suma totală a „momentelor de utilizare a muşchilor", în cadrul unui antrenament dinamic (izotonic) de 3 ore, nu depăşeşte 2 min, în timp ce 15 contracţii izometrice de cîte 12 s fiecare, efectuate în cca 15 min, totalizează un „timp de utilizare musculară" de peste 3 min.

Pe baza literaturii de specialitate, precum şi din constatările noastre efectuate în cadrul unui studiu pe 60 de sportivi fruntaşi din ţară, rezultă că această creştere a tensiunii interne a fibrelor musculare este elementul de bază în obţinerea hipertrofiei musculare. Menţinerea tensiunii interne a fibrelor musculare pe toată durata contracţiei izometrice constituie elementul funcţional fundamental de la care pleacă eficienţa deosebită a acestui gen de contracţie, în comparaţie cu metodele clasice, bazate pe activitatea dinamică a fibrelor musculare angrenate în efort.

Pe plan local, în timpul contracţiilor izometrice în muşchi se creează o datorie de oxigen considerabilă, deoarece tensiunea maximă dezvoltată în timpul contracţiei izometrice îngreuiază circulaţia locală a sîngelui, prin comprimarea vaselor mijlocii şi mici, mai ales a capilarelor şi venelor. În aceste condiţii, aprovizionarea muşchilor cu oxigen este deficitară şi muşchiul lucrează în condiţii de datorie de oxigen accentuată. După datele lui J. Lindhard, în timpul unei contracţii izometrice (atîrnare de bară fixă) consumul de oxigen, în 48 s, este de 557 ml, iar în minutul următor de repaus consumul atinge aproape 1 l/min. Tot din cauza stînjenirii pe moment a circulaţiei locale este deficitară şi eliminarea cataboliţilor produşi din abundenţă în timpul contracţiei izometrice, asistînd la acumularea acestora în cantităţi mai mari în muşchi (acidul lactic, acidul piruvic, bioxidul de carbon şi alţi cataboliţi acizi).

Cele două fenomene fiziologice locale majore (deficitul de oxigen şi acumularea cataboliţilor acizi din timpul contracţiei izometrice) determină o vasodilataţie pronunţată imediat după efort, manifestată prin dilatarea capilarelor şi arteriolelor, cu o stimulare corespun-

Scanned with OKEN Scanner

zătoare a fibrelor musculare ale căror celule supraactivate își măresc volumul, ducînd în ultimă analiză la hipertrofia musculară de activitate. Această hipertrofie rezultată în urma eforturilor izometrice este caracterizată, îndeosebi, prin sporirea considerabilă a sarcoplasmei și a mioglobinei, fibra musculară astfel hipertrofiată apropiindu-se de profilul fibrelor tonice, care dezvoltă o mare putere de contracție, obosesc mai greu, dar contracția lor este mai lentă în comparație cu mușchii hipertrofiați în urma eforturilor dinamice, care sînt mai rapizi.

La nivelul sistemului nervos central, ca urmare a exercitării unui efort volitiv susținut, se îmbunătățește capacitatea sportivului de a angrena simultan în activitate un număr tot mai mare de celule corticale, obținînd iradierea și persistența procesului de excitație corticală, cu efecte periferice corespunzătoare mobilizării unui număr crescut de unități motorii în contracție. După datele lui R. L. Friede (1966), ca urmare a unor astfel de eforturi se îmbogățește inervația fibrelor musculare de la nivelul segmentelor excitate, crește vascularizația substanței cerebrale din zonele motorii prin mărirea numărului de capilare pe mm^3 cu cca 20%, butonii sinaptici interpuși în calea eferentă a traiectelor nervoase devin mai mari în suprafață și mai intimi în contact cu membrana postsinaptică, se mărește volumul neuronilor motori din scoarță și din coarnele anterioare ale măduvei spinării cu peste 30% și se produc modificări biochimice și submicroscopice importante în neuronii astfel solicitați, ceea ce ar putea constitui baza neurofiziologică a hipertrofiei musculare în urma contracțiilor izometrice.

Unul dintre aspectele fiziologice principale ale contracțiilor izometrice îl reprezintă *blocarea toracelui* în timpul efortului propriu-zis. Încordarea mușchilor cutiei toracice este indispensabilă pentru fixarea toracelui, care astfel imobilizat servește ca punct fix pe care se sprijină extremitățile aflate în contracție izometrică puternică. În aceste condiții și glota este închisă, motiv pentru care presiunea exercitată asupra cutiei toracice de către mușchii toracelui determină creșterea presiunii intratoracice. De exemplu, presiunea intratoracică crește de la 1—2 mm Hg în repaus la +40—50 mm Hg și chiar mai mult. Acest efort expirator intens cu glota închisă

Scanned with OKEN Scanner

poartă denumirea de „experiența Valsalva" sau „fenomenul Valsalva", după numele autorului care l-a descris prima dată.

Simultan cu creșterea presiunii intratoracice din cadrul fenomenului Valsalva actul respirator este complet suspendat, toracele fiind blocat în inspirație pe toată durata contracției izometrice. Blocarea toracelui și îndeosebi creșterea presiunii intratoracice au repercusiuni nefavorabile asupra activității și altor organe și aparate vitale, în special asupra funcției cardiace și circulatorii. În timpul încordării maxime a contracției izometrice, umplerea cavităților cardiace în diastolă este insuficientă, motiv pentru care asistăm la scăderea debitului cardiac și a volumului bătaie, inima lucrînd aproape „în gol". Creșterea presiunii intraabdominale (survenită în urma coborîrii mușchiului diafragm) și a contracției mușchilor peretelui abdominal îngreuiază și mai mult întoarcerea venoasă, deoarece cei doi factori principali ai menținerii circulației venoase — aspirația toracică și cea abdominală — sînt complet suspendați. Astfel, după un prim efect de „stoarcere" a sîngelui din organele abdominale, circulația de întoarcere devine din ce în ce mai slabă, ceea ce determină creșterea frecvenței cardiace, apoi, dacă se prelungește contracția izometrică, scade și tensiunea arterială, deoarece sîngele stagnează la periferie, accesul spre inimă fiind îngreuiat de lanțul de fenomene consecutive contracțiilor izometrice puternice.

Întoarcerea sîngelui venos spre inimă prin vena cavă superioară este și ea stînjenită de presiunea intratoracică crescută. Astfel, în timpul contracțiilor izometrice puternice asistăm la o creștere considerabilă a *presiunii intracraniene*, deoarece arterele carotide cu presiunea arterială crescută din timpul efortului asigură un aport sporit de sînge, în timp ce golirea vaselor din cutia craniană pe calea venelor se face cu mari dificultăți, din cauza presiunii intratoracice crescute. Diferența dintre aportul și evacuarea sîngelui din cutia craniană (un sistem circulator de tip închis) determină o creștere considerabilă a presiunii intracraniene. Această situație creează condiții deosebit de grele activității corticale și a centrilor subcorticali, din cauza perturbării serioase a hemodinamicii teritoriului cerebral. Studierea traseelor EEG

Scanned with OKEN Scanner

la cei 60 sportivi din loturile noastre reprezentative ne-a arătat că, într-adevăr, contracțiile izometrice funcționale puternice influențează nefavorabil activitatea sistemului nervos central și a scoarței cerebrale. Astfel, traseele EEG înregistrate imediat după contracții izometrice de 10—12 s au prezentat modificări evidente la toți, fiind reprezentate prin modificarea frecvenței, a amplitudinii undelor EEG, precum și a incidențelor undelor alfa. Am remarcat chiar după prima contracție izometrică intensă o netă „reacție de oprire" a undelor alfa („arousal"), care se prelungește cu 30—45 s după reluarea poziției de repaus, sportivul fiind cu ochii închiși atît în timpul efortului, cît și în timpul repausului dintre contracțiile succesive (fig. 9). Reacția netă de oprire a undelor alfa este oglindită prin aplatizarea accentuată a traseelor EEG, dar și prin dispariția undelor alfa și înlocuirea lor cu unde de mare frecvență și de amplitudine redusă din ritmul beta. Durata și intensitatea reacției de oprire a undelor alfa cresc după cea de a doua, a treia, a patra contracție ș.a.m.d., atunci cînd pauza dintre contracții este relativ scurtă.

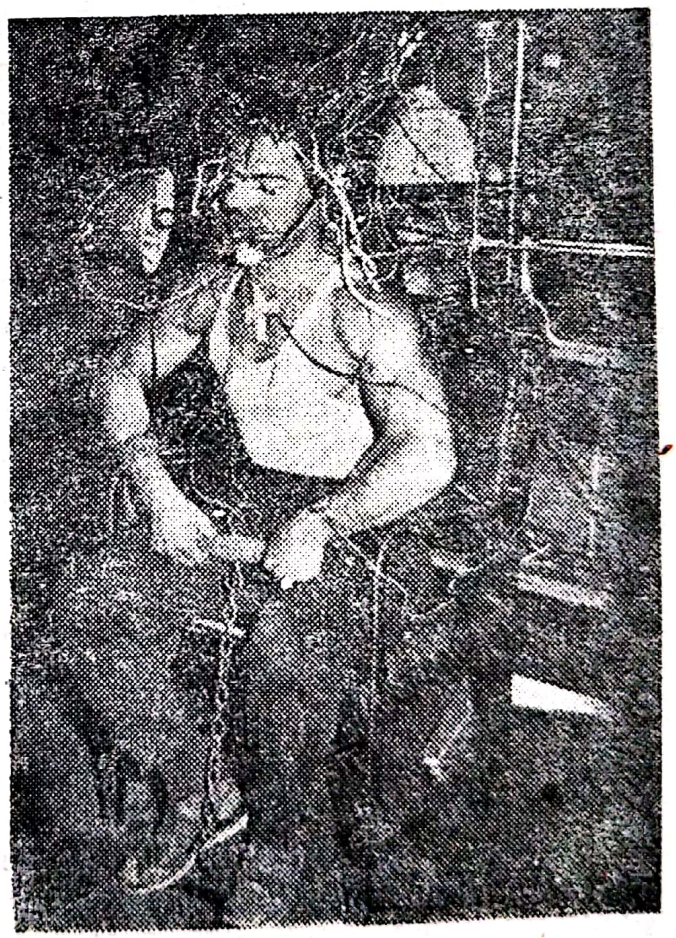


Fig. 9. Modalitatea de înregistrare a EEG în timpul contracției izometrice.

După părerea noastră, la baza acestei reacții de alertă stă o excitație considerabilă a formațiunii reticulare activatoare, excitație survenită în urma modificării bruște a hemodinamicii cerebrale, a tensiunii arteriale sistemice și a celei regionale. Eliberarea masivă de catecolamine și acumularea cataboliților acizi eliberați în

timpul contracției izometrice, pe fondul unei hipoxii locale și generale, adîncesc și prelungesc modificările hemodinamice și accentuează starea de excitație corticală și subcorticală. Modificarea metabolismului cerebral spre accentuarea proteolizei și amoniogenezei influențează în sens negativ biogeneza corticală, care se deplasează spre starea de hiperexcitație prelungită.

După 30—45 s reapar undele alfa, la început izolate, apoi în bufeuri, dar de multe ori cu *frecvență crescută* față de cea din repaus, cu 1—2 Hz/s, ceea ce scoate în evidență solicitarea extrem de mare a sistemului nervos central, în general, și a scoarței cerebrale, în special. La sportivii cu o pregătire fizică generală mai slabă, la tineri și la începători în urma contracției izometrice puternice apar pe EEG *unde lente*, în special theta și uneori chiar unde delta, ceea ce trădează alterarea profundă a electrogenezei corticale și oglindește chiar o suferință corticală. Faptul că nu efortul fizic ca atare, ci doar efortul izometric efectuat în condiții de hiperpresiune intracraniană este implicat în această perturbare a electrogenezei corticale, a fost dovedit de noi prin compararea efectului unui efort dinamic (genuflexiuni) efectuat timp de 2 min, cu efectul unei contracții izometrice de 10 s. Primul nu are nici un efect vizibil asupra electrogenezei corticale, în timp ce efortul izometric de 10 s produce modificările profunde descrise anterior. Hipertensiunea intracraniană marcată influențează în mod nefavorabil nu numai electrogeneza corticală, dar și desăvîrșirea maturizării sistemului nervos central la copii și adolescenți, considerente pentru care utilizarea contracțiilor izometrice puternice la copii și tineri reprezintă o contraindicație medico-sportivă. De asemenea, fetele și femeile, al căror organism prezintă unele particularități biologice față de bărbați, sînt mult mai expuse unor accidente hemocirculatorii în timpul încordărilor izometrice puternice. Dacă mai adăugăm la toate aceste dezavantaje și faptul că efortul izometric se desfășoară în condiții de lipsă totală de deplasare, de mișcare în sens fizic, motricitatea sportivului suferă din cauza înrăutățirii coordonării mișcărilor, ori în majoritatea covîrșitoare a actelor motrice specifice unor ramuri și probe sportive coordonarea perfectă a mișcărilor joacă un rol

Scanned with OKEN Scanner

primordial. De aceea antrenorul și medicul sportiv sînt chemați ca la fiecare caz în parte să indice în mod strict individualizat : LA CINE ? PENTRU CE ? CÎND ? ȘI CUM ? se folosesc exercițiile izometrice, ținînd seama de cerințele specifice diferitelor ramuri de sport și de starea funcțională a fiecărui sportiv în parte. Sportivii adulți, sănătoși, cu școala mișcării bine familiarizați, cu o adaptabilitate sporită a sistemelor nervos și cardiovascular și a aparatului respirator, pot folosi contracțiile izometrice pentru dezvoltarea forței, dacă ramura de sport practicată impune acest lucru. Astfel, la gimnastică, în sprijin lateral la inele („crucea"), după întărirea musculaturii solicitate în acest efort prin exerciții dinamice repetate timp îndelungat, se pot introduce și exercițiile izometrice în poziția caracteristică solicitării speciale, care, pe lîngă întărirea musculaturii angrenate în efortul dat, dezvoltă și capacitatea de concentrare volitivă a sportivului avansat. În schimb, persoanele neantrenate, copiii și tinerii, cei lipsiți de „școala mișcării" și în special cei cu afecțiuni ale sistemului cardiovascular și aparatului respirator vor fi opriți de la acest gen de efort. Numărul contracțiilor izometrice puternice nu trebuie să depășească 4—6 pe zi, de 2—3 ori pe săptămînă, pauza între contracțiile succesive fiind de minimum 90—120 s, în vederea restabilirii capacității funcționale a sistemului nervos central.

În ceea ce privește momentul cînd se poate efectua efortul izometric în timpul antrenamentului, recomandăm plasarea lui după efortul dinamic, iar atunci cînd se prevede un antrenament pur izometric încălzirea corespunzătoare a mușchilor și ligamentelor este de cea mai mare importanță. Orele cele mai potrivite pentru efectuarea contracțiilor izometrice sînt : 10—12 și 16—18. Nu se recomandă efectuarea lor după ora 20 din cauza efectului de „trezire" asupra scoarței cerebrale, ceea ce ar putea cauza insomnie, dar nici dimineața după deșteptare, în locul „gimnasticii de înviorare", deoarece la această oră scoarța cerebrală, marile funcții vegetative și mușchii nu se află în stare de excitabilitate optimă, cerință imperios necesară pentru efectuarea în bune condiții și fără riscul accidentării a unor astfel de eforturi puternice, chiar epuizante. În pauza dintre contrac-

Scanned with OKEN Scanner

țiile izometrice succesive se recomandă odihna activă, efectuînd mișcări ușoare de relaxare și mai ales de respirație profundă, pentru a facilita restabilirea cît mai rapidă a respirației și circulației, și lichidarea datoriei de oxigen contractate în timpul apneei de efort.

În concluzie, ținînd seama de unele avantaje prezentate de contracțiile izometrice (economia de timp, aparatura relativ simplă, posibilitatea întăririi mușchilor în anumite poziții necesare diferitelor ramuri și probe etc.), ele pot constitui mijloace suplimentare utile antrenamentului sportiv. Au o valoare deosebită în condiții speciale, cînd sportivul sau bolnavul este lipsit de posibilitatea deplasării (în timpul zborurilor spațiale, în hipokinezii, în cazul șederii îndelungate în pat sau în vehicule speciale, ca submarinul etc.), ca mijloc de bază a dobîndirii și menținerii forței musculare. Avînd în vedere însă unele dezavantaje evidente (influențe nefavorabile asupra sistemului nervos central, perturbarea circulației și respirației, dereglarea coordonării și finețeî mișcărilor etc.), ele se recomandă doar sportivilor adulți bine antrenați, în perioadele și în pozițiile impuse de cerințele ramurii sau probei practicate. Ele sînt contraindicate la copii, tineri, femei și la cei slab antrenați, deoarece se pot accidenta mai ușor în timpul contracțiilor izometrice puternice.

3.4.2. Fundamentarea fiziologică a metodelor dinamice de educare a forței

Literatura de specialitate menționează mai multe procedee de creare a încordărilor musculare maxime. Caracteristica lor generală comună este durata mai lungă a exercițiilor din timpul unui antrenament. După părerea specialiștilor, acestea asigură o creștere considerabilă a forței, care depășește rezultatele realizabile prin exerciții statice. Este adevărat că și echipamentul precum și locul destinat exercițiilor dinamice ridică cerințe speciale (haltere, helcometre, hantele, instalații dinamografice etc.), însă hipertrofia musculară obținută în urma acestor exerciții dinamice este accentuată, iar forța obținută astfel este necesară și utilizabilă în cele mai variate ramuri și probe. Eficiența mai mare a forței

Scanned with OKEN Scanner

dinamice are la bază scurtarea și întinderea mușchiului la fiecare contracție, întocmai ca în mișcările specifice unor ramuri și probe, perfecționarea coordonării mișcărilor asigură îmbunătățirea tehnicii sportive și, în fine, pe parcursul exercițiilor de forță dinamice se educă și se dezvoltă și celelalte calități fizice. De exemplu, viteza și rezistența, în funcție de încărcătură, de numărul repetărilor și de numărul seriilor ; tempoul de efectuare a exercițiilor, raportul dintre timpul efectiv de lucru și pauză (densitatea efortului etc.). Exercițiile dinamice sînt efectuate de obicei în serii succesive, iar repetările din cadrul seriilor depind de scopul urmărit. În cazul dezvoltării forței maxime numărul repetărilor este de 1—3, forța-viteza se dezvoltă prin 5—10 repetări, iar rezistența în regim de forță are nevoie de 15—20 repetări într-o serie. Între serii se păstrează o pauză de 2—3 min, timp în care se efectuează exercițiile de relaxare (odihnă activă).

Cele mai răspîndite metode în dezvoltarea forței sînt :

— ridicarea unor greutăți mici în mod repetat, pînă la oboseala evidentă (pînă la refuz) ;

— ridicarea greutății maxime ;

— ridicarea unor greutăți mici cu viteză maximă (forță dinamică).

2.4.2.1. **Fundamentarea fiziologică a metodei eforturilor repetate pînă la oboseală** (pînă la refuz). Am văzut în capitolul dedicat mecanismelor fiziologice ale reglării încordărilor maxime, că cea mai mare eficiență o prezintă ridicarea greutăților maxime. În cazul ridicării unor greutăți medii, mecanismul fiziologic implicat este cu totul altul, deoarece în contracție sînt antrenate un număr mai redus de unități motorii și frecvența de descărcare a centrilor nervoși este și ea mică. Odată cu creșterea numărului de repetări, cînd începe să apară oboseala, situația se schimbă, adică scade treptat capacitatea de încordare a unităților motorii, se recrutează un număr tot mai mare de unități și spre final numărul lor crește din ce în ce mai mult, odată cu accentuarea stării de oboseală și scăderea capacității de lucru a mușchiului. Paralel crește și frecvența impulsurilor efe-

Scanned with OKEN Scanner

rente și are loc sincronizarea treptată a activității unităților neuromusculare. Încărcătura care la început era ușoară, acum se apropie tot mai mult de greutatea limită pentru sportiv și devine din ce în ce mai mult încărcătură submaximală și apoi maximală. De aici rezultă că doar ultimele ridicări, care sînt efectuate pe fondul excitabilității crescute a sistemului nervos central, au valoare fiziologică și eficiență, deoarece numai în această ultimă fază a efortului sînt create condițiile necesare excitării biologice corespunzătoare. Din acest motiv eficiența metodei eforturilor repetate depinde de executarea atentă a mișcărilor pînă la instalarea oboselii reale. Nu întîmplător se utilizează de către antrenori și metodiști expresia: „ridică pînă nu mai poți și încă de 3 ori". Într-adevăr, numai în condițiile în care sportivul și-a mobilizat toate resursele energetice pentru efectuarea acestui număr mare de repetări, se poate conta pe o eficiență a metodei. Greutatea utilizată nu trebuie să fie prea redusă (sub 35% la începători și 60—70% la avansați), deoarece în caz contrar numărul unităților motorii active în stare de oboseală este redus, ceea ce înseamnă că utilizarea încărcăturilor mai mici nu va avea efecienţă în privința dezvoltării forței maxime. În general, efectuarea ultimelor ridicări pe fondul unei stări accentuate de oboseală îngreuiază formarea unor raporturi reflex-condiționate fine, care de fapt asigură dezvoltarea forței maxime. Din acest punct de vedere eficiența metodei este îndoielnică și oricum inferioară metodei eforturilor maxime. Metoda eforturilor repetate pînă la refuz nu este avantajoasă nici din punct de vedere biochimic, deoarece cantitatea totală de energie cheltuită este foarte mare, în discordanță cu eficiență doar a ultimelor ridicări. Practic, sportivul este obligat să ridice un volum foarte mare de greutăți, consumă un timp îndelungat din antrenament, oboseala este accentuată și timpul necesar refacerii capacității de efort este foarte lung. Toate acestea sînt în contrast cu eficiența scăzută a lucrului efectuat. Datorită neajunsurilor arătate, sportivii care doresc să-și dezvolte forța maximă au abandonat această metodă, preferînd metoda eforturilor maxime.

Scanned with OKEN Scanner

Metoda eforturilor repetate pînă la refuz are și unele avantaje, care în anumite condiții pot da randament bun, ca : volumul mare de lucru determină modificări metabolice ample, cu accentuarea proceselor anabolice, ceea ce poate să asigure intensificarea metabolismului muscular după efort, care în final duce la hipertrofie musculară și la creșterea forței. Risipa energetică poate fi utilă pentru cei care doresc să piardă din greutatea corporală supraponderală sau pentru cei care depun acest volum mare de lucru în scopul întăririi sănătății, de exemplu, exercițiile cu haltere executate dimineața, în cadrul gimnasticii de înviorare. Unul din cele mai mari avantaje ale efortului de intensitate medie, efectuat pînă la refuz, este reducerea intensității fenomenului Valsalva, de hipertensiune intratoracică și intracraniană, care la persoanele insuficient antrenate provoacă cefalee, amețeală și chiar pierderea conștienței. La sportivii avansați exercițiile efectuate cu greutăți mai mici permit controlul permanent al tehnicii, ceea ce la începători are o importanță deosebită. Iradierea excitației corticale este și ea mai mică în cazul utilizării greutăților mai mici, mișcarea devenind mai coordonată. La începători, utilizarea încărcăturilor maxime provoacă generalizarea excitației corticale și datorită faptului că nu au mișcări automatizate, coordonarea mișcărilor suferă foarte mult. De asemenea, la începători, prin metoda eforturilor repetate pînă la oboseală se pot evita leziunile musculo-ligamentare, frecvent întîlnite în cazul utilizării încărcăturilor maxime.

Ținînd seama de toate aceste avantaje, precum și faptul că la începători eficiența eforturilor de forță este mai puțin legată de utilizarea încărcăturilor mari și foarte mari (cerința fiind doar depășirea limitei de 35—40% din forța maximă a începătorului), în primii ani de antrenament metoda „pînă la refuz" poate fi preferată. Mai tîrziu însă, după 2—3 ani de antrenament, se conturează tot mai mult avantajele metodei eforturilor maxime. De aceea, în antrenamentul sportivilor consacrați, metoda repetărilor este utilizată doar ca mijloc ajutător, servind la fortificarea locală a unor mușchi și grupe musculare solicitate în efortul specific. În asemenea cazuri, volumul total ridicat nu este prea

Scanned with OKEN Scanner

mare, avînd în vedere faptul că încărcătura va fi şi ea destul de mare, astfel încît să nu permită un număr exagerat de repetări, care ar servi mai mult la perfecţionarea rezistenţei în regim de forţă, decît la creşterea forţei maxime.

În concluzie, metoda repetărilor pînă la oboseală este recomandată în domeniul fiziologiei muncii, în educaţia fizică şcolară şi de mase, avînd în vedere amplitudinea scăzută a modificărilor funcţionale în condiţiile unui volum mare de lucru şi de cheltuială energetică considerabilă. Aceste exerciţii cu caracter de solicitare locală şi segmentare evită marile încordări neuromusculare, precum şi fenomenul de forţare „Valsalva", ceea ce exclude efectele nefavorabile ale exerciţiilor cu îngreuieri mari asupra aparatului respirator şi sistemului cardiovascular, încadrîndu-se în limitele compatibile ale menţinerii şi întăririi sănătăţii.

În sport, metoda este recomandabilă la începători, în ideea preîntîmpinării iradierii corticale a excitaţiei, deoarece permite controlul şi îmbunătăţirea coordonării mişcărilor încă insuficient consolidate pe plan tehnic. De asemenea, este indicată sportivilor aflaţi în perioada de recuperare a capacităţii de efort, iar celor traumatizaţi, în scopul întăririi unor grupe musculare locale sau segmentare. La cei sănătoşi, metoda poate fi utilizată doar ca mijloc suplimentar, în scopul evitării monotoniei lucrului cu greutăţi mari, sau sub forma exerciţiilor strict localizate, pentru segmentele solicitate în efortul specific, avînd grijă ca structura mişcării efectuate cu greutăţi să corespundă cît mai fidel structurii solicitării din efortul specific.

3.4.2.2. **Fundamentarea fiziologică a metodei eforturilor maxime.** La sportivii de mare performanţă — după un antrenament sistematic de 4—5 ani — pe primul plan al dezvoltării forţei maxime se situează metoda eforturilor maxime, în care excitantul se apropie de valorile limită ale capacităţii sportivului. Dacă pînă în anii 1940 majoritatea sportivilor fruntaşi utilizau metoda repetărilor, după 1950 nu numai halterofilii, dar şi alţi sportivi, în special atleţii, au început să introducă în antrenamentele lor exerciţii cu încărcături mari şi foarte mari, iar rezultatele au început să crească vertiginos.

Scanned with OKEN Scanner

După cum am menționat anterior, în asemenea condiții numărul de repetări într-o serie nu trebuie să fie mai mare de 3. Greutățile care pot fi ridicate într-o serie mai mult de 3 ori pot fi considerate greutăți prea mici pentru dezvoltarea forței maxime.

O problemă deosebit de importantă și controversată este stabilirea în practică a greutății limită. Cei mai mulți înțeleg prin *„greutatea limită"* cea mai mare greutate care poate fi ridicată fără o excitație psihică puternică. Datorită unei stări emoționale deosebite (motivarea printr-un premiu sau concurență), greutatea limită poate fi mai mare, însă experiența a demonstrat riscurile considerabile ale unei astfel de conduite (iradierea puternică a excitației corticale cu scăderea consecutivă a coordonării mișcărilor, sportivul fiind expus unor accidente serioase). În asemenea situații, forțarea ridicării poate fi sursa unor insuccese, sportivul își pierde încrederea în posibilitățile proprii, apare indispoziția psihică și chiar teama de a ridica o asemenea greutate. În ultimii ani, în practica sportivă, cu excepția halterofililor, încărcătură maximă este socotită greutatea pe care sportivul o poate ridica în stare emoțională favorabilă de 2—3 ori, iar în condiții de dispoziție mai slabă sau de ușoară oboseală o singură dată.

În ultimul timp întîlnim tot mai des sportivi care utilizează în antrenamentul lor de forță încărcături supramaximale (overload), în majoritatea cazurilor o singură dată pe săptămînă, în scopul accentuării forței excitantului biologic. Aceste încărcături supramaximale nu trebuie să difere mult de greutatea limită, deoarece în caz contrar focarul de excitație corticală se transformă în focar de inhibiție pentru evitarea supraîncordării procesului cortical de excitație.

Înainte de ridicarea greutăților maxime și supramaximale se recomandă înregistrarea frecvenței cardiace. Pulsul accelerat poate fi semnul unei stări de start necorespunzătoare (febră de start), datorită unei emotivități crescute, ceea ce duce la eliberarea masivă de adrenalină și noradrenalină. Astfel, pulsul devine indicatorul obiectiv al neconcordanței dintre starea de antrenament și greutatea propusă pentru ridicare. Este bine ca în asemenea situații să se procedeze la scăderea

Scanned with OKEN Scanner

cu 5—10% a încărcăturii propuse, pentru a preveni eventualele efecte negative ale efortului neconcordant (leziuni musculo-ligamentare, supraîncordare).

O latură deosebit de importantă a metodei utilizării eforturilor maxime este *tempoul ridicărilor*. În practică sînt posibile două variante: efectuarea efortului fără pauză și cu pauză intercalată între serii. Din punct de vedere fiziologic este mai avantajoasă a doua variantă, deoarece în cazurile unei frecvențe crescute a ridicărilor impulsurile aferente sosesc „în valuri" spre sistemul nervos central, datorită intervenției formațiunii reticulare a trunchiului cerebral, care transmite aceste impulsuri aferente multisinaptic, realizîndu-se astfel o iradiere masivă a focarului cortical de excitație. Aferentația inversă amplificată astfel duce la perturbarea sincronizărilor deja existente, ceea ce îngreuiază perceperea diferențiată a greutăților și în ultimă analiză dominanta impulsurilor de forță va fi modificată, dezorganizată. Prin aceasta exercițiul devine neeconomicos, se angrenează în efort mușchi și grupe musculare suplimentare, iar grupele și lanțurile musculare specifice sînt parțial deconectate. Rezultatul final este o solicitare biologică difuză, generală, cu o structură și o dinamică mult diferite de cerințele specifice ramurii sportive, pentru care se efectuează exercițiul de forță respectiv. Efectul fiziologic va fi sub așteptări și în cazul reducerii sub o anumită limită a numărului ridicărilor pe unitate de timp, de exemplu, pe un minut. În această situație acționează legea fiziologică a comportării fazice, ondulatorii a potențialului biologic în urma aplicării unui excitant, adică: după o perioadă refractară absolută și relativă, în care potențialul de răspuns al țesutului muscular este mult scăzut, urmează o fază de revenire, apoi una de supracompensare, în care capacitatea de efort este crescută. Desfășurarea în timp a fenomenului obligă la respectarea unui ritm convenabil de ridicări, deoarece după trecerea fazei de supracompensare urmează o nouă perioadă subnormală, în care capacitatea de efort este din nou scăzută. În cazul în care pauzele dintre ridicările succesive sînt prea mari, eficiența lucrului este scăzută. De aceea este bine să se păstreze un ritm optim de ridicare.

Scanned with OKEN Scanner

Efectuarea corectă a exercițiilor cu îngreuieri mari este impusă de considerente de ordin biomecanic, precum și de cerințele preîntîmpinării leziunilor musculo-ligamentare. După cum am văzut la prezentarea potențialului contractil al efectorului muscular, în diferite poziții articulare, lungimea inițială a fibrelor musculare și potențialul lor contractil sînt variabile. În starea de contracție, cînd lungimea mușchiului este redusă, potențialul contractil în continuare este foarte redus. Situația este oarecum asemănătoare cu aceea din timpul întinderii unei benzi elastice la maximum, cînd pentru a continua întinderea benzii este nevoie de o forță din ce în ce mai mare.

În cazul întinderii pasive a fibrelor musculare capacitatea lor contractilă se mărește pînă la o limită („lungimea de extensie"), dincolo de care apare pericolul rupturii musculare. În mod practic, poziția cea mai avantajoasă pentru depunerea unui efort de maximă eficiență este aceea în care musculatura direct interesată se află într-o stare de întindere ușoară. În asemenea poziție impulsurile aferente (valuri de impulsuri proprioceptive) stimulează pe cale reflexă zonele corticale, senzoriale și motrice, facilitînd activitatea mușchilor angrenați în efort. Trebuie evitate pozițiile în care mușchii activi se află în stare de scurtare pasivă, datorită poziției articulare necorespunzătoare, deoarece în asemenea poziție eficiența lucrului este cu mult sub așteptări. În practică, se recomandă pentru dezvoltarea forței maxime specifice exercițiile a căror structură generală și poziția articulară inițială și finală permit depunerea efortului și asigură solicitarea maximă într-o poziție asemănătoare solicitării din efortul specific ramurii sau probei practicate. Aceste exerciții sînt utilizate cu mult succes în atletism, unde, de exemplu, sulițașii efectuează lovituri în serii cu o secure foarte grea, asupra unui trunchi de copac situat la o înălțime deasupra liniei umerilor.

În concluzie, metoda eforturilor maxime asigură formarea unor raporturi neuro-coordonatoare optime în direcția dezvoltării forței musculare. Reprezentînd excitantul biologic ideal pentru structurile nervos-centrale și al celor efectoare periferice această metodă și-a

Scanned with OKEN Scanner

dovedit cu prisosință avantajele și eficacitatea pentru dezvoltarea forței maxime. Dezavantajele metodei constau în inaccesibilitatea ei pentru începători, precum și în faptul că utilizarea ei exclusivă duce la monotonie și la scăderea eficienței. De aceea metoda eforturilor maxime, considerată ca metodă de bază în dezvoltarea forței maxime, trebuie să fie utilizată în combinație cu celelalte metode moderne de educare a forței musculare și într-o manieră structurală apropiată de cerințele efortului specific ramurii practicate. Deosebit de importantă este stabilirea unui tempou de ridicare succesivă a greutăților, prin alternarea corespunzătoare a efortului cu odihna dintre serii și reprize, ca și efectuarea unor mișcări coordonate ca tehnică de execuție, asigurarea aportului corespunzător de proteine și hormoni anabolizanți.

3.4.2.3. **Fundamentarea fiziologică a metodei ridicării greutăților cu viteza maximă, în vederea educării forței musculare.** Pentru a evita unele confuzii terminologice, în acest capitol noțiunea de „metoda eforturilor dinamice" o utilizăm în sensul redării rapidității mișcării efectuate cu greutăți relativ mici, metoda propriu-zisă făcînd parte din grupa eforturilor dinamice, care, spre deosebire de metodele statice și intermediare, se bazează pe efectuarea ridicării cu o viteză cît mai mare posibilă. Cu alte cuvinte, „metoda eforturilor dinamice" face parte dintre metodele dinamice de educare a forței, sensul ei fiind deci dublat și de cea de a doua semnificație. Coincidența denumirii nu trebuie să ducă la confuzii. S-ar putea găsi o altă denumire mai puțin înșelătoare pentru desemnarea esenței acestei metode, de exemplu, „metoda ridicării greutăților cu viteză maximă". Acesta este sensul dat de noi metodei, în acest capitol.

După cum rezultă chiar din denumirea metodei, ea se utilizează pentru educarea capacității de a manifesta rapid forța. În timpul efectuării exercițiilor de forță cu viteză maximă, încordarea forței maxime se realizează tocmai datorită deplasării greutății mici cu viteză maximă. În fond ele pot fi denumite și exerciții de *viteză-forță*, avînd însă grijă ca amplitudinea mișcării să fie maximum posibilă, deoarece mișcările cu ampli-

Scanned with OKEN Scanner

tudine limitată duc frecvent la elaborarea și fixarea unor raporturi de coordonare necorespunzătoare. Segmentul corporal activ în astfel de mișcări este propulsat cu o mare energie cinetică în direcția efectuării actului motric, care apoi trebuie anihilat, în vederea preîntîmpinării traumatismului articular. Încetinirea și oprirea mișcării sînt efectuate de către mușchii antagoniști, care devin cu atît mai activi, cu cît forța dinamică dezvoltată de agoniști este mai mare. Dacă o astfel de succesiune devine stereotipă, atunci și în timpul efortului specific, faza finală a mișcării tinde să devină încetinită, în loc să devină accelerată, așa cum cere tehnica deprinderii respective. De aceea este bine ca eforturile dinamice să fie executate complet, iar mișcarea să fie terminată tot în viteză maximă, deoarece în cele mai multe ramuri și discipline sportive în care predomină acțiunea de aruncare sau lansare (jocuri sportive cu mingea, aruncările din atletism etc.), accelerarea finală a mișcării joacă un rol hotărîtor în obținerea rezultatului final.

Din practică rezultă că exercițiile de forță dinamice influențează pozitiv viteza mișcărilor numai în cazul în care exercițiul este efectuat într-o manieră foarte apropiată de structura internă a mișcării specifice. De exemplu, creșterea vitezei de alergare pe teren plat la luptători sau judoka nu are influență favorabilă asupra vitezei de execuție a deprinderilor specifice luptelor sau judoului, după cum nici creșterea indicilor de forță ai dinamometriei palmare sau lombare nu servește înotătorilor la îmbunătățirea vitezei de execuție a mișcărilor de vîslire în apă cu mîna. Forța dinamică a brațelor joacă un rol important în creșterea vitezei de vîslire, dar numai forța obținută într-o mișcare asemănătoare vîslitului în apă.

Educarea forței dinamice se realizează prin ridicarea cu viteză maximă a greutății maxime, care nu duce la dereglarea esențială a structurii mișcării specifice disciplinei sau probei practicate. Numai astfel se poate obține creșterea forței în cadrul deprinderii motrice specifice, realizînd concomitent tehnica actului motric și calitatea fizică specifică, obținînd așa-numita *„acțiune conjugată"* a celor două direcții majore ale progresului

Scanned with OKEN Scanner

în sportul de înaltă performanță. Aruncătorii de suliță maghiari, antrenați de marele specialist J. Koltai, utilizează cu succes de mai mulți ani aruncarea unor greutăți diferite în maniera specifică aruncării suliței, începînd cu cele mai ușoare, apoi mai grele, pînă la greutatea care nu dereglează în mod esențial tehnica de bază a aruncării. Polois̨tii sovietici folosesc cu succes aruncarea mingii de 1—2 kg alternativ, obținînd creșterea distanței și a vitezei de aruncare cu mingea de polo regulamentară. Experimentînd aruncări cu mingea medicinală de 4 kg nu au mai obținut nici creșterea semnificativă a forței de aruncare, nici viteza aruncării cu mingea de polo. În general, creșterea forței specifice influențează viteza mișcărilor la începutul perioadei de antrenament. Mai tîrziu, progresul este din ce în ce mai redus, deoarece rezistența materialului de concurs este relativ mică, iar forța maximă crescută a sportivului devine inoperantă, neutilizabilă. O altă cauză poate fi reducerea din ce în ce mai accentuată a duratei de execuție, în așa fel încît această perioadă scurtă nu permite manifestarea totală a forței musculare. Iată de ce metoda eforturilor dinamice nu poate fi utilizată în exclusivitate, ci numai în combinație cu celelalte metode. În funcție de cerințele specifice ale sportului practicat, ea trebuie alternată fie cu metoda eforturilor maxime (în vederea creșterii forței maxime), fie cu metodele dezvoltării vitezei maxime (fig. 10).

În concluzie, metoda eforturilor dinamice de forță-viteză se utilizează în vederea educării capacității de a manifesta rapid forța în cadrul deprinderilor motrice specifice diferitelor ramuri sau probe. Exercițiile dinamice se execută cu amplitudine mare și fără limitarea mișcării în final, pentru a nu denatura mișcările specifice care de obicei reclamă creșterea vitezei de execuție în finalul actului motric. Structura internă și caracteristicile exercițiilor de forță-viteză trebuie să fie cît mai apropiate de cele din efortul specific, pentru a nu deregla deprinderea motrică specifică sportului practicat. Deoarece metoda eforturilor dinamice este eficientă mai ales la începutul aplicării ei, este indicat să se utilizeze în combinație cu metodele de educare a forței maxime și a vitezei maxime.

Scanned with OKEN Scanner

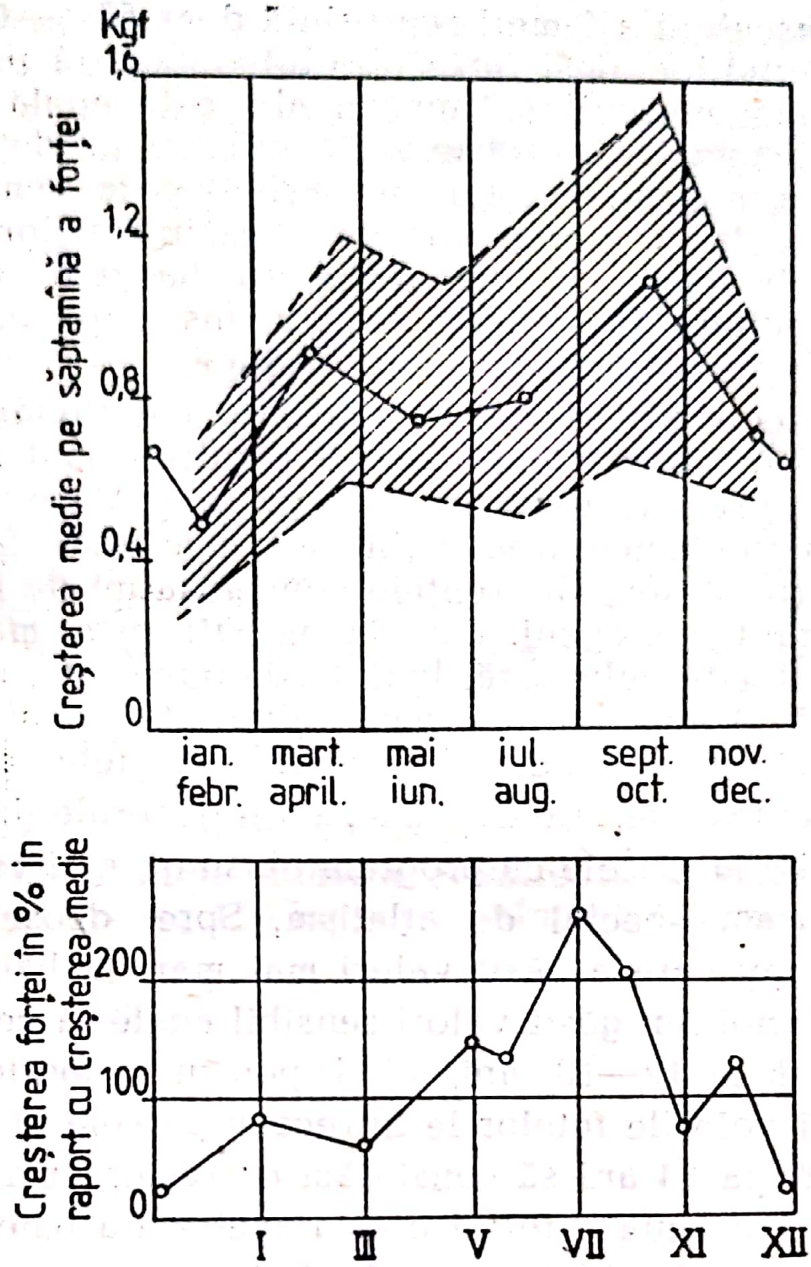


Fig. 10. Variațiile creșterii forței în diferite perioade ale anului, în valori absolute (A) și în procente (B).

3.5. Corelația dezvoltării forței cu sexul și vîrsta

3.5.1. Dezvoltarea forței la femei

Existența unei diferențe remarcabile între forța bărbaților și a femeilor a atras atenția cercetătorilor de multă vreme. T. Hettinger exprimă forța musculară a femeilor în % față de forța bărbaților și consideră că

Scanned with OKEN Scanner

forța musculară a femeii reprezintă doar 55%—80% din forța bărbaților, deși forța absolută, socotită pe 1 cm^2 de secțiune musculară transversală, este egală la bărbați și la femei. H. Frohse și A. Fränkel au determinat greutatea musculară totală la bărbați și la femei și au raportat-o la greutatea corporală, găsind valori medii de 72% la femei, în comparație cu bărbații. Cu alte cuvinte, diferența de forță este strîns dependentă de diferența de greutate musculară totală.

Ceea ce a fost și mai surprinzător menționăm faptul că antrenamentul identic dădea rezultate mai slabe la femei în privința dezvoltării forței musculare. Azi cunoaștem fundamentarea științifică a acestui fenomen, fiind vorba despre diferențele concentrației de hormoni anabolizanți endogeni, care la bărbați este mai mare după perioada pubertară. Înainte de pubertate, pe o perioadă de 4 ani, nu am găsit diferențe semnificative între forța dinamometrică a băieților și fetelor (datele au fost culese de la elevii unei școli generale din București), nici la clasele cu program obișnuit, nici la clasele cu program special de atletism. Spre deosebire de B. Smedley care a găsit valori mai mari la băieți deja la 6 ani, noi am găsit valori sensibil egale la cele două sexe pînă la 12—13 ani, cînd pentru o perioadă de 1—2 ani valorile fetelor le întreceau pe cele ale băieților, ca după 14 ani să constatăm o creștere mai accentuată și continuă a forței dinamometrice a băieților, în timp ce la fete după această vîrstă am remarcat progrese din ce în ce mai reduse, iar în jurul vîrstei de 16 ani acest progres dispare. Datele noastre sînt confirmate și de cele ale lui A. Matuschek, care face o comparație între greutatea corporală, greutatea mușchilor și forța musculară (tabelul nr. 5).

T. Hettinger, comparînd datele mai multor autori, a făcut un grafic privind evoluția forței musculare la bărbați și femei în funcție de vîrstă, 100% fiind considerată valoarea maximă a bărbaților pe parcursul vieții (fig. 11).

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 5

Creşterea greutăţii ţesutului muscular în funcţie de vîrstă

Vîrsta	Greutatea corporală	Greutatea muşchilor		Forţa dinamometrică	
		în %	în kg	palmară	lombară
8 ani	25,5	27,2	6,95	17,5	35
12 ani	30,0	29,4	9,5	25,2	52
15 ani	45,0	32,6	14,6	36,4	92
18 ani	57,0	44,2	25,2	44,1	125
adult	64,0	41,8	26,8	49,3	155

După cum se poate constata din grafic, forţă musculară a femeilor nu ajunge la valorile bărbaţilor nici în perioadele de antrenament identic. În schimb, se ştie din practica sportivă că un program ştiinţific de dezvoltare intensivă a forţei musculare la fete duce la o creştere atît de însemnată a forţei lor musculare, încît ele depăşesc valorile bărbaţilor nesportivi, dar care depun efort fizic sistematic în cadrul orelor de producţie. Multe din atletele noastre efectuează genuflexiuni cu greutăţi de peste 150 kg sau împing 120 kg şi chiar mai

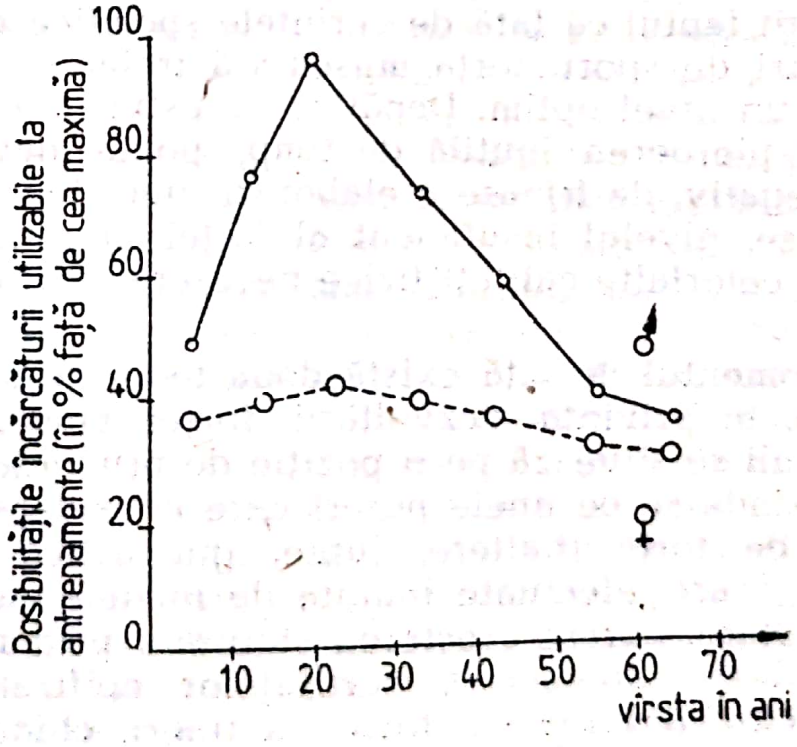


Fig. 11. Evoluţia comparativă a forţei musculare la bărbaţi şi femei.

Scanned with OKEN Scanner

mult. Deci, se poate dezvolta simțitor și forța musculară a fetelor, însă comparația nu trebuie efectuată cu bărbații care posedă avantaje incontestabile în domeniul concentrației de hormoni anabolizanți endogeni. În cadrul programului de educare a forței musculare la femei, antrenorul și medicul sportiv trebuie să acorde o atenție specială creșterii gradate a încărcăturii, evitării efortului de „forțare" care provoacă întregul lanț de fenomene de hiperpresiune intratoracică și intracraniană, descrise de Valsalva. De asemenea, se recomandă o atenție specială dozării efortului în perioadele de flux menstrual, cînd sensibilitatea organismului feminin este crescută.

3.5.2. Dezvoltarea forței în perioada de creștere

În zilele noastre tineretul participă la activitatea sportivă competițională în număr din ce în ce mai mare. Aceasta atrage după sine specializarea timpurie nu numai în ceea ce privește perfecționarea tehnică în cele mai diferite ramuri și probe, dar și în privința dezvoltării și educării calităților fizice necesare acestei activități, printre care și a forței musculare. Este de netăgăduit faptul că față de cerințele specifice diferitelor ramuri de sport, forța musculară trebuie să se situeze la un nivel optim. Depășirea acestui nivel optim, pe lîngă pierderea inutilă de timp, poate deveni un factor negativ, de frînare a elaborării unei tehnici economicoase, nivelul insuficient al forței îngreuind dezvoltarea celorlalte calități fizice necesare efortului specific.

În momentul de față există două tendințe sau două atitudini, în privința dezvoltării forței musculare la tineri. Unii se situează pe o poziție de prudență exagerată, bazîndu-se pe unele păreri care consideră că sînt eforturi de forță (haltere, lupte, gimnastică acrobatică etc.), care, efectuate înainte de încheierea perioadei pubertare, opresc creșterea staturală prin favorizarea închiderii precoce a cartilajelor epifizare. Alții preconizează dezvoltarea forței la tineri, chiar înainte de sfîrșitul perioadei pubertare, intuind progrese însemnate ale performanței tocmai pe baza dezvoltării rapide

Scanned with OKEN Scanner

a forței musculare. Ei se bazează pe unele observații empirice obținute în cazuri excepționale, cînd copiii de 12—14 ani au dovedit o foarte mare toleranță față de cerințele unui program sever de dezvoltare a forței. Ceea ce nu au luat însă în considerație este faptul că acești copii făceau parte din categoria celor „accelerați", a căror vîrstă fiziologică depășea cu mult nivelul dezvoltării somatice și vegetative corespunzătoare vîrstei cronologice. Rezultatele sportive spectaculoase i-a încurajat, declarînd cu dezinvoltură necesitatea dezvoltării forței începînd de la 11—12 ani, fără a ține seama de situația biologică reală a copiilor.

După părerea noastră, eforturile de forță nu trebuie să lipsească din programul de antrenament al copiilor de vîrstă pubertară și cu atît mai puțin din cel al adolescenților postpubertari, însă aceste eforturi trebuie să aibă un caracter de solicitare segmentară, fără utilizarea îngreuierilor mari obișnuite în metodologia eforturilor maxime. Este indicat lucru cu hantele și exerciții cu partener, care nu reprezintă eforturi mari de „forțare" și nici încordări neuromusculare mari, accesibile numai sportivilor adulți cu școala mișcării bine pusă la punct. De asemenea, nici efortul bazat pe contracții izometrice nu este indicat în programul de pregătire a copiilor și juniorilor, deoarece produce perturbații serioase în dezvoltarea sistemului cardiovascular și aparatului respirator și favorizează instalarea unor afecțiuni patologice de tip degenerativ la nivelul sistemului cardiovascular. După cum am mai subliniat, pînă la încheierea perioadei pubertare, concentrațiile scăzute de hormoni anabolizanți endogeni necesari hipertrofiei musculare nu favorizează dezvoltarea forței, eforturile depuse în acest sens nefiind în concordanță cu progresele realizate. Completarea necesarului de hormoni anabolizanți prin administrarea preparatelor sintetice, la această vîrstă, este nu numai neetică, dar chiar periculoasă, deoarece provoacă un dezechilibru hormonal atît de accentuat, încît reechilibrarea hormonală poate dura mai mulți ani sau poate deveni chiar o situație permanentă.

Considerăm deosebit de utile recomandările de ordin metodic ale specialiștilor maghiari J. Koltai și L. Nádori (1976), care pledează în favoarea exercițiilor dina-

Scanned with OKEN Scanner

mice cu greutăți mici, cu un număr redus de repetări, pînă la instalarea oboselii, intercalînd pauze frecvente între seriile succesive. Dezvoltarea armonioasă a întregului corp este o cerință majoră la această vîrstă și se realizează prin alternarea grupelor musculare angrenate în efort. Încărcătura poate fi pusă în concordanță cu nivelul de maturizare a fiecărui copil sau junior, vîrsta fiziologică fiind determinantă în alegerea mijloacelor și metodelor pentru antrenamentul de forță. Aspectul somatic general al copiilor poate fi înșelător, ca și vîrsta cronologică. Numai capacitatea reală de efort determinată de vîrsta fiziologică poate servi drept călăuză sigură în această privință. Antrenorul împreună cu medicul sînt cei care decid asupra vîrstei fiziologice a copiilor. Totuși, în practică, antrenorii se orientează după vîrsta cronologică, care poate fi orientativă, dar uneori diferența între vîrsta cronologică și aceea fiziologică a unui copil poate fi de peste 3—4 ani. În tot cazul, pînă la încheierea perioadei pubertare, eforturile de forță trebuie să conțină exerciții de gimnastică efectuate zilnic 10—15 min, timp de 1—2 ani, apoi se pot introduc exerciții cu greutăți de 1 kg, alternate cu efort obișnuit sub formă de alergări, sărituri, aruncări, cățărări, înot și exerciții selecționate din jocurile sportive. Pregătirea fizică multilaterală este cerința supremă a acestei vîrste, introducînd de la caz la caz și unele exerciții specifice altor ramuri sau probe. Exercițiile de forță specifice încă nu sînt indicate, țelul suprem al antrenamentului fiind asigurarea dezvoltării armonioase a întregului organism.

După 3—4 ani de pregătire fizică multilaterală a întregului organism și în funcție de vîrsta fiziologică a tinerilor, se poate trece treptat la introducerea exercițiilor de forță propriu-zise. La început predomină încă aspectul multilateral al dezvoltării forței musculare, lucrînd însă cu greutăți din ce în ce mai mari (hantele de 2—3 kg, saci cu nisip, parteneri etc.), ca apoi să se introducă treptat și unele exerciții de forță speciale, care nu încarcă prea mult coloana vertebrală a tinerilor.

Scanned with OKEN Scanner

4. Bazele fiziologice şi biochimice ale dezvoltării rezistenţei

Depunînd un efort susţinut, după o perioadă de timp continuarea lucrului devine din ce în ce mai dificilă. Cei care urmăresc cu atenţie o astfel de activitate observă unele semne exterioare ale instalării oboselii, ca : transpiraţia, încordarea muşchilor mimicii ş.a. În aceste condiţii, printr-o voinţă crescută omul poate continua efortul la intensitatea prealabilă şi această stare a fost denumită de fiziologi *faza oboselii compensate.*

În continuare, în pofida eforturilor volitive, intensitatea lucrului începe să scadă, ceea ce denotă că subiectul a intrat în faza *oboselii decompensate.* Din cele enunţate rezultă că *„oboseala este o stare fiziologică caracterizată prin scăderea temporară a capacităţii de lucru, ca urmare a unei solicitări intense şi îndelungate".* Dacă mai multe persoane efectuează în acelaşi timp acelaşi efort, vom observa că oboseala se instalează după un interval de timp diferit, în funcţie de *rezistenţa individuală.* Astfel, putem stabili că „rezistenţa este capacitatea omului prin care poate efectua un lucru mecanic de o anumită intensitate, o perioadă de timp cît mai îndelungat, fără scăderea eficienţei activităţii depuse". În condiţii similare, la cel cu rezistenţă crescută apare mai tîrziu oboseala atît cea compensată, cît şi cea decompensată. Din acest considerent, specialistul sovietic F. S. Farfel defineşte rezistenţa ca o capacitate a omului de luptă şi de învingere a oboselii.

Scanned with OKEN Scanner

4.1. Formele de bază ale rezistenței

Deși în literatura de specialitate există numeroase controverse greu de soluționat în direcția clasificării diferitelor tipuri de rezistență, majoritatea autorilor admit existența unei rezistențe generale și a unei rezistențe speciale.

Rezistența generală exprimă, după W. Holmann, capacitatea omului de a presta un lucru mecanic de durată, cu o pondere considerabilă, cu participarea aproape integrală a sistemului muscular. În literatura medico-sportivă și de metodica antrenamentului sportiv termenul de rezistență generală se referă de obicei la posibilitățile aerobe ale sportivului, spre deosebire de literatura medicală în general, unde termenul de rezistență generală exprimă potențialul imunologic al omului de a lupta cu succes împotriva îmbolnăvirii sau a unor efecte nocive ale intemperiilor. De asemenea, termenul se referă și la adaptabilitatea organismului față de condiții speciale de microclimat, ca : altitudinea, diferența de fus orar etc.

În educație fizică și sport vorbim de rezistență atunci cînd efortul este îndeplinit cu participarea a peste 2/3 din masa musculară a întregului organism, coroborat cu o susținută activitate a organelor vegetative.

Rezistența specială reprezintă capacitatea organismului de a presta un efort îndelungat, cu o intensitate medie, pe baza activității unor grupe și lanțuri musculare specializate în efortul dat. Astfel, E. Sherrer și A. Monod vorbesc despre *rezistența locală*, cînd este angrenată în efort doar 1/3 din masa musculară totală, iar V. M. Zațiorski (1968) deosebește rezistența specială a alergătorului de viteză, a semifondistului, a fondistului, rezistența față de exercițiile de forță, de sărituri etc.

Rezistența locală se obține pe seama creșterii capacității de lucru a mușchilor, a sinapselor neuromusculare, a plăcii motorii, precum și a prelungirii în timp a capacității centrilor nervoși solicitați în astfel de eforturi specializate, în sensul menținerii stării optime de excitație timp relativ îndelungat. Mecanismele fiziologice și biochimice ale dezvoltării și educării rezistenței locale, numită de Cloy Mc. H. (1956) *rezistența mus-*

Scanned with OKEN Scanner

culară, sînt mult deosebite de cele ale rezistenței generale, dat fiind faptul că în cazul rezistenței locale pe primul plan se situează capacitatea crescută a mușchilor de a continua efortul în pofida acumulării masive de acid lactic. De aceea, o rezistență locală crescută nu se traduce și printr-o rezistență generală bună, lipsa de corelație fiind valabilă și în sens invers.

Pe lîngă aceste două tipuri de rezistență, unii autori descriu și alte forme. Astfel, V. M. Zațiorski și colab. deosebesc patru tipuri de rezistență, și anume :

— rezistența neuropsihică sau intelectuală, care exprimă capacitatea omului de a efectua timp îndelungat activități ce solicită intens intelectul omului, de exemplu, rezolvarea unor exerciții de matematică, jocul de șah etc. ;

— rezistența senzorială se referă la capacitatea omului de a efectua sarcini prelungite în condițiile solicitării intense a organelor de simț, de exemplu, activitatea trăgătorilor în timpul antrenamentelor și competițiilor ;

— rezistența emoțională, care exprimă capacitatea omului de a efectua o activitate prelungită în condițiile unui stress emoțional deosebit, de exemplu, alpinismul, auto-moto, tirul, concursurile cu miză mare etc. ;

— rezistența fizică locală, regională și generală, prin care se înțelege capacitatea omului de a presta un efort fizic prelungit fie pe baza participării la efort a unor mușchi sau grupe musculare, mai mult sau mai puțin restrînse, fie cu participarea a peste 2/3 din masa musculară, care angrenează intens în efort funcțiile vegetative, iar cheltuielile energetice sînt foarte mari. Limitele rezistenței generale sînt determinate în special de capacitățile funcționale ale sistemului cardiovascular și aparatului respirator, considerent pentru care acest gen de rezistență este numită și rezistență vegetativă. În activitatea de educație fizică și sport ne întîlnim de cele mai multe ori cu rezistența generală, deoarece în disciplinele sportive, ca : atletism, înot, canotaj, ciclism etc., participă aproape toată masa musculară, iar durata efortului de obicei este mare. Același exercițiu poate fi efectuat cu intensități diferite, astfel că timpul efectiv de lucru în toate aceste exerciții poate fi de la

Scanned with OKEN Scanner

cîteva secunde pînă la cîteva ore. Astfel, relația *viteză-timp de execuție* poate servi la studiul rezistenței generale. O astfel de relație este redată în figura 12 cu recordurile mondiale actuale la alergări. Utilizînd în acest scop valori logaritmice ale timpului și vitezei, curba recordurilor mondiale se descompune în patru segmente, care după S. Farfel reprezintă zonele de intensitate ale efortului. Modificările parametrilor fiziologici sînt paralele cu intensitatea efortului din cadrul

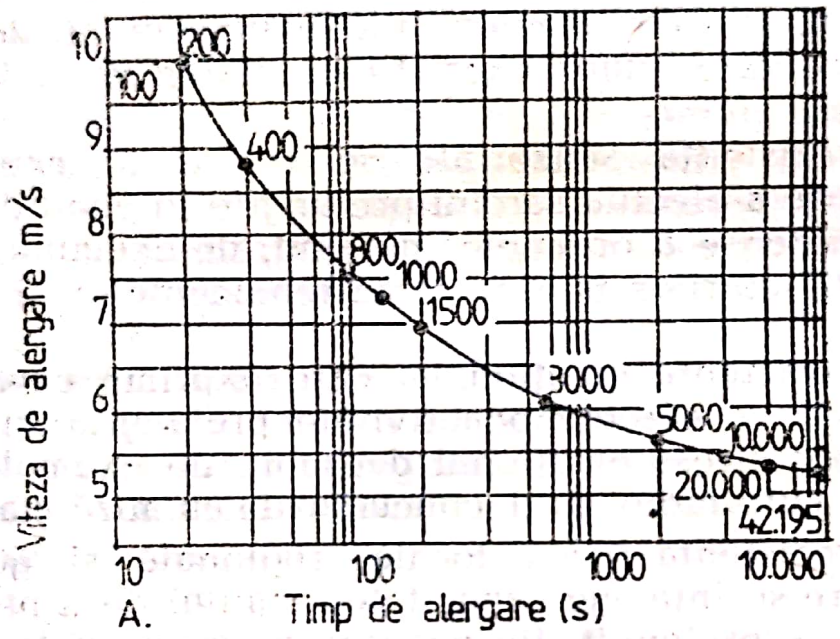


Fig. 12. Relația viteză — timp de alergare în atletism, avînd în vedere recordurile mondiale existente în 1978 (După E. Jokl, 1979).

fiecărei zone și sînt diferite în unele zone de intensitate. Aceste zone de intensitate sînt maximală, submaximală, mare și medie, la care se mai poate adăuga o zonă de intensitate mică pentru eforturile de foarte mare durată (în schi fond peste 50 km, înot probele de fond etc.).

După modul în care este satisfăcută cerința energetică în timpul efortului, deosebim rezistența aerobă și rezistența anaerobă.

Scanned with OKEN Scanner

Rezistența aerobă este acea formă a rezistenței în care energia necesară acoperirii cheltuielilor energetice se obține din arderile realizate în prezența oxigenului asigurat țesuturilor chiar în timpul efortului.

De fapt, oxigenul absorbit în timpul efortului servește la resinteza ATP-ului utilizat în mușchi ca sursă energetică directă pentru realizarea cuplajului excitație-contracție. Într-un efort prelungit de rezistență viteza oxidației este factorul limitativ, ce determină tempoul de înaintare a sportivului, asigurînd la un nivel ridicat aprovizionarea cu oxigen a sistemelor enzimatice furnizoare de energie pe calea oxidației mitocondriale. După cum vom vedea pe parcurs, asigurarea țesuturilor cu o cantitate crescută de oxigen reprezintă un act fiziologic și biochimic deosebit de complex, la care participă numeroase organe, aparate și sisteme ale organismului, principalul rol fiind deținut de sistemul circulator și aparatul respirator.

Rezistența anaerobă reprezintă acea formă a rezistenței în care intensitatea lucrului este atît de mare, încît resinteza ATP-ului nu poate fi realizată pe cale aerobă. La început efortul se realizează exclusiv pe seama ATP-ului, resintetizat de către fosfocreatina existentă și ea în mușchi în cantități relativ mici, ca după 10—20 s resinteza ATP-ului să continue pe seama energiei obținute din glicoliză (degradarea anaerobă a glucozei), care asigură continuarea lucrului cu o intensitate ceva mai scăzută încă 30—40 s, deci în total rezistența anaerobă are o durată de cca 1 min. Deoarece din metabolismul anaerob al glucidelor rezultă acidul lactic din abundență, limita superioară a rezistenței anaerobe este determinată de capacitatea organismului de a continua efortul la parametrii de intensitate constantă, în pofida acumulării tot mai abundente de produși de dezasimilație. De asemenea, rezervele de substanțe

Scanned with OKEN Scanner

energetice fosfat-macroenergice din țesutul muscular, precum și intensitatea activității enzimatice reprezintă factori hotărîtori ai rezistenței anaerobe.

Evaluarea capacității de efort și a rezistenței anaerobe se poate realiza fie prin determinarea travaliului muscular total (în kgm sau în Wați), fie prin determinarea datoriei de oxigen acumulate în timpul efortului. Dintre metodele cele mai răspîndite de determinare a capacității de efort anaerobe și implicit a rezistenței anaerobe menționăm : metoda Margaria, bazată pe determinarea lucrului mecanic maxim efectuat pe parcursul urcării unor trepte cu viteză maximă ; metoda Georgescu M., care determină „puterea maximă anaerobă" prin înălțimea săriturilor efectuate în serii de cîte 10 ; proba de 1 minut al lui Szögy și Cherebețiu determină capacitatea anaerobă globală din lucrul mecanic, realizat pe cicloergometru timp de 1 minut, din care primele 20 s exprimă capacitatea anaerobă alactacidă, iar totalul de kgm realizați timp de 1 minut redă rezistența anaerobă globală ; proba de 30 s a lui Prevost, prezentată la Congresul Mondial F.I.M.S. din Brazilia (septembrie, 1978), care determină rezistența anaerobă din travaliul muscular realizat pe cicloergometru în 30 s, și altele. Noi utilizăm în laboratorul de explorări medico-sportive proba de 1 minut, a lui Szögy și Cherebețiu, cu unele modificări privind interpretarea datelor, în sensul că la sportivii care depun eforturi scurte, interpretăm separat lucrul mecanic realizat în primele 10 s, apoi după 20 s, 30 s ș.a.m.d.

Pentru acest scop am elaborat o ecuație de regres pentru valorile de 10 s, pornind de la cerințe ușor crescute în comparație cu travaliul realizat la 20 s, iar pentru interpretarea travaliului realizat la 30 s, 40 s și 50 s am pornit de la valorile probei de 1 minut, cerințele fiind majorate cel mai mult la 30 s, apoi ceva mai reduse la 40 s și la 50 s, toate fiind însă superioare în raport cu cerințele unui minut integral.

Pentru 10 s am utilizat formula : 13,6—0,504. G ; pentru 30 s formula propusă de noi este : 40,1—0,149. G

Scanned with OKEN Scanner

iar la 40 s și respectiv 50 s am propus formulele: 51,68—0,192. G; 62,48—0,235. G.

Utilizarea acestui sistem de evaluare a rezultatelor celor care practică schiul alpin, luptele, săriturile cu schiurile, judoul și biatlonul ne-a dat satisfacții, predicția capacității de efort anaerob fiind mai apropiată de cerințele specifice fiecăreia din aceste discipline sportive.

În concluzie, există o mare varietate de forme ale rezistenței, care în ultimă analiză exprimă modalități variate prin care omul îndeplinește o activitate oarecare, timp cît mai îndelungat, fără a-i reduce din eficacitate. Deși în multe situații, realizarea unei performanțe de valoare mondială este determinată de rezistența anaerobă a sportivului, adevărata rezistență exprimă capacitatea de captare, de transport și de utilizare a oxigenului de către organism, deci noțiunea de rezistență este legată îndeosebi de capacitatea aerobă de efort a sportivului. În acest sens vom utiliza și noi în continuare termenul, iar cel de rezistență anaerobă în accepția noastră este mai mult legat de noțiunea de capacitate anaerobă de efort.

4.2. Indicatorii absoluți și relativi ai rezistenței

În practica educației fizice și a antrenamentului sportiv rezistența este determinată, de cele mai multe ori, de timpul în cursul căruia subiectul poate efectua lucrul cu intensitate constantă. Această manieră de determinare a rezistenței nu este întotdeauna satisfăcătoare, deoarece nu ia în considerație posibilitățile individuale ale sportivilor. În practica antrenamentului sportiv, această raportare la posibilitățile individuale ale fiecăruia, prezintă un interes deosebit în relație viteză-rezistență. Dacă, de exemplu, 2 elevi aleargă 800 m și parcurg alături 750 m, iar pe ultimii 50 m unul reușește să-l depășească cu ușurință pe celălalt, concluzia este că primul posedă o rezistență crescută. Luînd însă în considerație faptul că primul aleargă 100 m în 11 s, iar cel de al doilea în 14 s ne dăm seama că de fapt cel de al doilea este mai rezistent,

Scanned with OKEN Scanner

deoarece el a reușit să mențină o viteză proprie constantă pe tot parcursul alergării, în timp ce primul a mers cu mult sub posibilitățile lui, deci are o rezistență mai slabă. Iată de ce sîntem nevoiți să introducem în practică nu numai *indicatorii absoluți* (timpul în care se parcurge o distanță dată sau lucrul mecanic efectuat într-o perioadă dată), care nu țin seama de nivelul individual al vitezei sau forței, ci și *indicatorii relativi*, care reflectă relațiile rezistenței cu forța și viteza fiecăruia în parte. Astfel, în exercițiile de forță rezistența se caracterizează în mod absolut prin numărul repetărilor acestor exerciții, de exemplu : numărul maxim de flotări, de genuflexiuni pe un picior sau pe ambele, de tracțiuni etc., fără să se țină seama de deosebirile de nivel ale forței. În acest caz, utilizînd indicii relativi ai rezistenței, subiecții se aduc la același numitor după posibilitățile lor de forță, de exemplu : împingerea halterei cu greutatea de 80% față de nivelul forței maxime, menținerea nivelului unei coloane de mercur la valoarea de 50% din posibilitățile maxime etc. Observațiile noastre concordă cu cele ale lui R. Shephard (1978), care arată că indicii relativi ai rezistenței în eforturile de forță depind foarte mult de nivelul forței maxime în momentul respectiv, în sensul că sportivii care posedă o forță mai mare pot efectua de mai multe ori un oarecare exercițiu de forță, în care încărcătura nu este mai mică de 30—40% față de posibilitățile maxime. În toate cazurile în care încărcătura este medie sau mică, între numărul repetărilor maxime posibile, fără limitarea timpului de execuție și cel mai mare număr de repetări efectuate în timp limită nu există o corelație semnificativă, în sensul că îmbunătățirea unuia din acești indici, ca urmare a antrenamentului, nu-l influențează pe celălalt. De exemplu, dacă punem 2 sportivi cu rezultate maxime la împins 100 kg și respectiv de 60 kg, ridicarea unei haltere de 50 kg va fi efectuată de mai multe ori de către acela care poate împinge 100 kg. La greutatea de 60 kg indicii lui de rezistență vor fi deci mai mari. În cazul în care aceiași sportivi vor împinge un obiect cu o greutate mai mică de 30% și chiar de 50% față de forța maximă a fiecăruia, atunci nu se poate stabili anticipat care din ei vor

Scanned with OKEN Scanner

fi mai rezistenți, deoarece la acest nivel rezistența lor nu depinde de forța maximă.

Din cele prezentate, rezultă că la sportivii de performanță care se antrenează în vederea dezvoltării forței maxime, lucrînd cu încărcături mari și foarte mari, ce depășesc 70—80% din forța lor maximă, nu este indicată antrenarea rezistenței în regim de forță, deoarece creșterea indicilor relativi de rezistență nu servește la îmbunătățirea performanței în exercițiile de forță propriu-zise. În schimb, pentru mărirea rezistenței generale (ca și pentru populație sau în medicina muncii), antrenarea rezistenței în regim de forță poate fi foarte utilă.

Indicii relativi ai rezistenței în ramurile de sport ciclice prezintă un interes deosebit fie că este vorba de rezistență în regim de viteză, fie de viteză în regim de rezistență. Diferența dintre cele două nuanțe — viteză în regim de rezistență și rezistență în regim de viteză — constă în însăși natura probei la care se referă. Deci vom utiliza denumirea de „viteză în regim de rezistență" pentru probele care se bazează pe rezistență, mai cu seamă pentru proba de viteză prelungită (400 m plat), precum și pentru probele de 800, 1 500, 3 000, 5 000, 10 000 etc., în timp ce noțiunea de „rezistență în regim de viteză" se referă, în general, la rezistența sprinterului în cadrul probelor de 100 și 200 m plat. În ambele cazuri se utilizează mai mult indicatori relativi ai rezistenței, pe care îi vom prezenta în continuare.

Indicele rezervei de viteză, preconizat de N. G. Ozolin (1959), reprezintă diferența dintre timpul mediu de parcurgere a unei porțiuni de distanță, pe parcursul distanței integrale, și timpul cel mai bun pe porțiunea de etalon :

$$\text{rezerva de viteză (RV)} = \frac{t_d}{n} - t_{em})$$

unde : t_d este timpul de parcurgere a distanței (de exemplu, 1,52 min la 800 m) ; t_{em} este cel mai bun timp pe porțiunea etalon (100 m în 11 s) ; n este cîtul de la împărțirea lungimii distanței la lungimea porțiunii etalon (800 m : 100 m = 8). În acest caz RV = 112 : 8 = 14 ; 14—11 = 3 s.

Scanned with OKEN Scanner

Indicele de rezistență, după J. Cureton (1951), se calculează pe baza acelorași date, astfel: $IR = t_d - n.t_{em}$; $IR = 112 - 8.11 = 24$ s.

Coeficientul de rezistență, al lui G. Lazarov (1962), se calculează prin împărțirea timpului de parcurgere a distanței cu cel mai bun timp obținut pe porțiunea etalon: $CR = t_d : t_{em}$, care în exemplul nostru este: $112 : 11 = 10{,}1$.

După V. M. Zațiorski, toate aceste caracteristici au valoare egală, ele fiind lagate de raporturi evidente, identice din punct de vedere algebric: $IR = n \cdot RV$; $CR = n + \frac{IR}{t_{em}}$.

Cel mai răspîndit este indicele rezervei de viteză (RV), a cărui valoare reflectă mai fidel particularitățile individuale ale sportivului în raport cu lungimea distanței ce trebuie parcursă (fig. 13). Cu cît este mai lungă

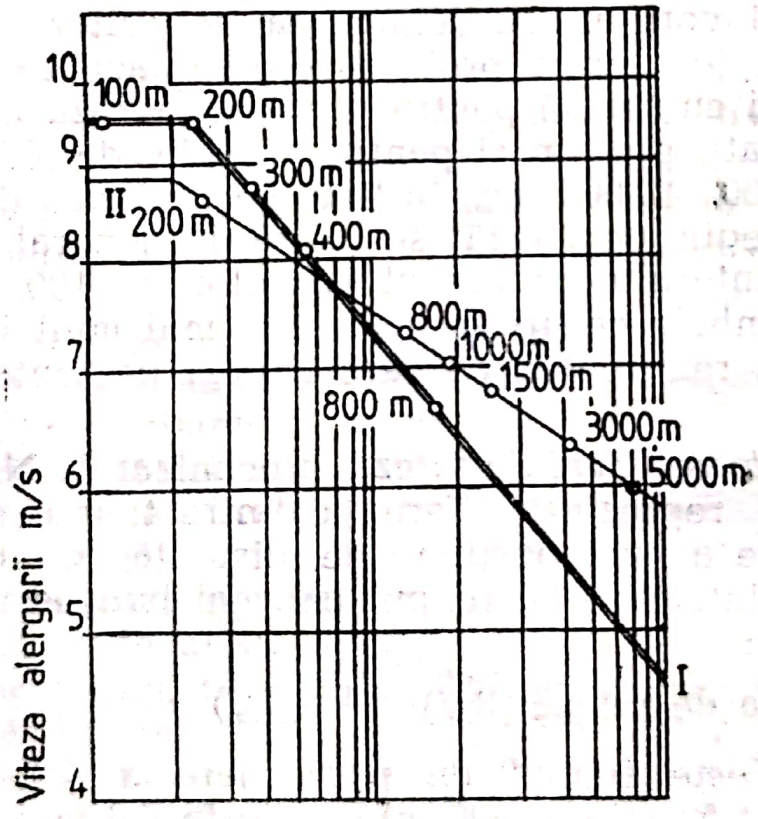


Fig. 13. Relația dintre viteza alergării și timpul realizat la diferite probe din atletism. Curba I unește punctele recordurilor personale pe diferite distanțe la un sprinter, curba II la un fondist.

distanța care trebuie parcursă, cu atît este mai strînsă corelația rezervei de viteză cu performanța realizată de sportiv. Astfel, după calculele lui A. Schramm la înotători, indicele rezervei de viteză se corelează cu performanța la 100 m satisfăcător, indicele de corelație fiind de 0,61, la 200 m corelația este mai bună ($r=0,85$), iar la 400 m este foarte strînsă ($r=0,90$).

Pe lîngă indicatorii parțiali ai rezistenței amintiți mai înainte, care sînt intuitivi și simpli, dar pot caracteriza rezistența doar față de un singur gen de activitate, în ultimul timp se utilizează, din ce în ce mai mult, *indicatorii generali* ai rezistenței, care pot caracteriza rezistența față de toate genurile de efort. Prin transformările matematice ale valorilor empirice, raporturile curbilinii ale intensității și rezultatului devin rectilinii prin logaritmare. Astfel, dacă pe ordonată înfățișăm viteza alergării, iar pe abscisă timpul alergării pe diferite distanțe, raportul obținut se descrie prin linii drepte. Înclinarea porțiunii distale a curbei spre axa timpului la diverși sportivi va fi diferită în funcție de rezistența particulară la diferite distanțe.

După cum se poate observa pe grafic, la sprinteri această înclinare este mai pronunțată decît la fondiști. Un interes deosebit prezintă indicele care corespunde vitezei maxime (în grafic este marcat cu săgeți). Cunoscînd viteza maximă și timpul limită al menținerii ei, precum și unghiul de înclinare al curbei viteză-timp, se poate pronostica rezultatul sportivului pentru orice distanță sau porțiune intermediară. Astfel, folosirea raporturilor viteză-timp permite aprecierea calitativă nu numai a nivelului rezistenței, dar și a raportului dintre capacitatea de efort anaerob și cel aerob al sportivului, ceea ce deschide posibilitatea dirijării științifice a unui antrenament strict individualizat. O variantă a acestui indice, „indicele timpului limită", este utilizată cu succes de către autorul francez E. Scherrer și colab., în eforturile ciclice mai ales la înotători, folosind parametrii distanță-timp pentru determinarea caracteristicilor rezistenței polivalente.

Scanned with OKEN Scanner

4.3. Aspectele fiziologice și biochimice fundamentale ale educării rezistenței

Din punct de vedere fiziologic și biochimic, rezistența omului este determinată de mai mulți factori, pe care-i prezentăm succint în continuare, împărțiți în două grupe :

— posibilitățile funcționale ale diferitelor organe, aparate și sisteme ale organismului de a capta și transporta oxigenul la țesuturi, în special la mușchii activi ;

— capacitatea musculaturii active de a furniza energia necesară unui lucru muscular intens, timp îndelungat, pe calea fosforilării oxidative, realizată cu ajutorul enzimelor specializate în acest scop, cu repercusiuni majore asupra consumului maxim de oxigen.

Primul aspect îmbracă îndeosebi un caracter fiziologic, iar cel de al doilea biochimic, însă ambele oglindesc capacitatea biologică complexă a organismului de a-și menține potențialul de efort aerob la un nivel cît mai înalt, în mod constant, un timp cît mai îndelungat. Captarea și transportarea oxigenului reclamă eforturi mai ales de tip funcțional vegetativ, în timp ce utilizarea oxigenului la nivel tisular și menținerea homeostazei mediului intern în condițiile existenței unor tendințe acute de perturbare a acesteia sînt mai mult de natură biochimică.

4.3.1. Bazele fiziologice ale educării rezistenței aerobe

După cum am văzut mai înainte, în cele mai multe eforturi ciclice, rezistența este indisolubil legată de capacitatea organismului de a capta, transporta și utiliza în timpul efortului o cantitate cît mai mare de oxigen. Cu alte cuvinte, în toate eforturile ciclice rezistența este de tip aerob și este exprimată fidel prin *capacitatea de efort aerobă* a sportivului. Deși la începutul efortului energogeneza îmbracă pentru cîteva minute un aspect anaerob și apoi mixt, anaerob-aerob, eforturile cu o durată mai mare de 3 min devin din ce în ce *mai aerobe*, iar cele cu o durată mai lungă de 6 min sînt aproape exclusiv aerobe (fig. 14). În toate aceste eforturi de durată mai lungă, factorul hotărîtor, determinant

Scanned with OKEN Scanner

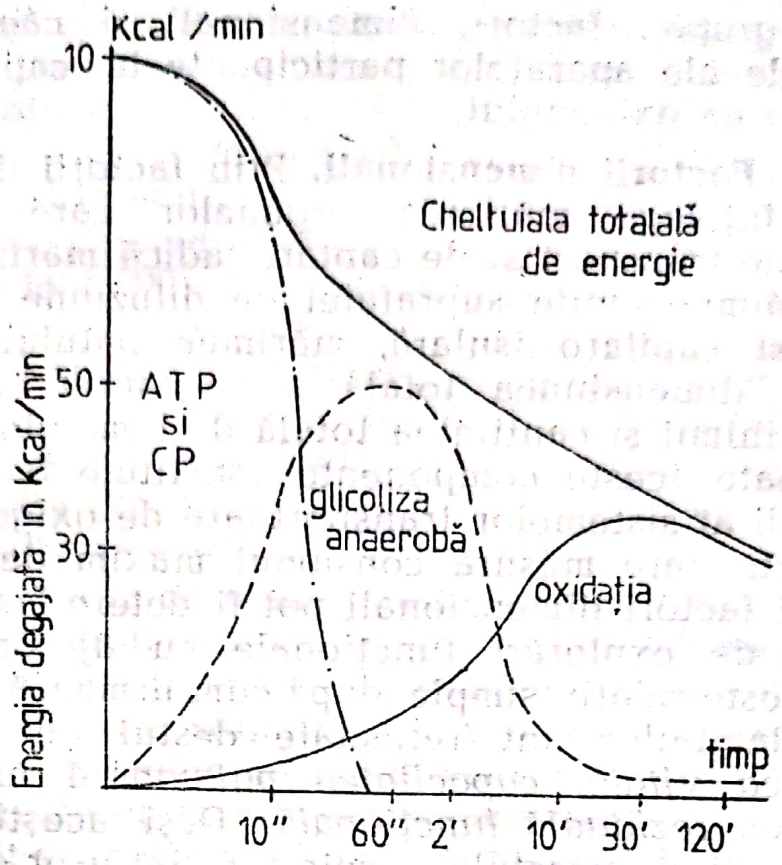


Fig. 14. Energogeneza în mușchii scheletici, în eforturi de durată diferite (După H. Howald, 1979).

și limitant al performanței este absorbția de oxigen în unitate de timp. denumit „consumul maxim de oxigen". În captarea, transportarea și utilizarea oxigenului sînt implicate fundamental sistemul cardiovascular și aparatul respirator. Într-o viziune mult simplificată, fiziologia efortului de rezistență se reduce în principal la fiziologia cordiorespiratorie.

Oxigenul este captat din atmosferă prin ventilația pulmonară și transportat la locul de metabolizare oxidativă de la nivelul mitocondrilor prin circulația sanguină, fiind intercalate două sisteme de difuzie: alveolo-capilar și capilaro-tisular.

Rezistența aerobă, așa cum a fost definită mai sus, va depinde de capacitatea de captare, de transportarea și utilizarea de către mușchi a oxigenului, nivelul acestor funcții fiind oglindit fidel de consumul maxim de oxigen (VO_2 max). După A. Holmgren (1967), determinantele consumului maxim de oxigen pot fi împărțite

Scanned with OKEN Scanner

în două grupe: factorii dimensionali și capacitățile **funcționale ale aparatelor participante** la captarea și transportarea oxigenului.

4.3.1.1. **Factorii dimensionali.** Prin factorii dimensionali se înțelege mărimea organelor care compun sistemul de transport și de captare, adică mărimea plămînilor, dimensiunile suprafeței de difuziune alveolo-capilară și capilaro-tisulară, mărimea patului capilar pulmonar, dimensiunea totală a sistemului vascular, mărimea inimii și cantitatea totală de hemoglobină din sînge. Toate aceste componente constituie factorii dimensionali ai sistemelor transportoare de oxigen și determină în mare măsură consumul maxim de oxigen.

Acești factori dimensionali pot fi determinați în laboratorul de explorări funcționale cu ajutorul unor probe și teste relativ simple, după cum urmează: dimensiunile plămînilor sînt reflectate destul de fidel de *capacitatea vitală, capacitatea pulmonară totală* sau *capacitatea reziduală funcțională.* Deși acești factori dimensionali ai aparatului respirator sînt ușor de determinat, valoarea lor predictivă în privința consumului maxim de oxigen și implicit a rezistenței subiectului nu este atît de mare, cum se credea în trecutul nu prea îndepărtat, cînd erau considerați de cea mai mare valoare în reflectarea unei condiții fizice și a unei rezistențe crescute. În concepția fiziologiei efortului din zilele noastre acești indicatori și-au găsit locul binemeritat printre numeroșii factori dimensionali ai aparatului respirator, care împreună cu capacitățile funcționale ale acestui aparat determină limitele consumului maxim de oxigen și implicit a rezistenței subiectului investigat. Valorile crescute ale capacității vitale și ale celei pulmonare totale nu înseamnă încă un consum maxim de oxigen crescut. În schimb, valorile mici ale capacităților pulmonare reprezintă o probabilitate crescută a unui VO_2 max scăzut.

Capacitatea de transport a sistemului de difuzie alveolo-capilară poate fi descrisă prin *capacitatea de difuzie* a plămînilor pentru monoxidul de carbon.

Dimensiunile sistemului cardiovascular pot fi descrise prin: volumul sanguin total, cantitatea totală de hemoglobină din sînge, dimensiunile patului capilar

Scanned with OKEN Scanner

total și volumul cardiac. Dintre toți acești factori dimensionali ai sistemului cardiovascular, valoare predictivă cea mai mare pentru consumul maxim de oxigen o are volumul cardiac și apoi hemoglobina totală. Volumul cardiac, determinat radiotelemetric, este de 650—700 ml la adultul sănătos, nesportiv, iar la sportivii care depun sistematic eforturi de rezistență crește mult, ajungînd la 1 100—1 200 ml și chiar la 1 400—1 500 ml, în mod cu totul excepțional.

Pe baza unui studiu amplu, A. Szögy (1973) a stabilit 4 tipuri de volum cardiac, raportate la capacitatea funcțională a miocardului, cel mai eficient cord în privința efortului de rezistență fiind cel cu volum cardiac și oxigen-puls crescute.

Concentrația de hemoglobină în mod normal este de 16 g% la adultul sănătos, nesportiv, și 14,7 g% la femei. La sportivi, aceste valori cresc datorită faptului că efortul de rezistență solicită intens transportul de oxigen și ca atare organele hematopoetice sînt excitate, determinînd creșterea numărului de hematii pe mm^3 de sînge și implicit și cantitatea totală de hemoglobină din sînge. În cercetările medico-sportive s-a observat în general creșterea cantității de hemoglobină la sportivi după o ședere mai îndelungată la altitudine medie, însă, în mod paradoxal, la șes, valorile hemoglobinei sînt în majoritatea cazurilor sub normal. Desigur, contează și momentul recoltării, știut fiind faptul că un efort intens duce la hemoliză marcată, dar și în afara acestei situații speciale, valorile concentrației de hemoglobină la sportivi sînt sub normal. Pot fi incriminate în geneza acestei situații fumatul și în general modul de viață nu tocmai sportivă a unor sportivi. Oricum, asigurarea unui aport crescut de Fe^{2+} rămîne o problemă veșnic actuală pentru toți medicii sportivi.

4.3.1.2. **Capacitățile funcționale.** Fiecare din componentele dimensionale ale sistemului de transport al oxigenului prezintă și o latură funcțională, reprezentată prin capacitatea de transport. Cadrul dimensional morfologic prezintă valoare numai în cazul în care este secondat de o capacitate funcțională crescută a organului respectiv, fapt oglindit de parametrii superiori funcționali.

Scanned with OKEN Scanner

Capacitatea funcțională a sistemului ventilator poate fi descrisă prin: ventilația voluntară maximă (Vmax) sau prin ventilația din timpul determinării VO_2 max, prin VEMS (volum expirator maxim pe secundă) sau VEF (volum expirator forțat).

Ventilația voluntară maximă, numită și debitul ventilator maxim sau capacitatea respiratorie maximă, reprezintă volumul maxim de aer care poate fi inspirat sau expirat pe unitate de timp, de obicei într-un minut. Frecvențele la care se obțin valorile maxime variază între 70—100 respirații pe minut (Hyatt 1965). Această ventilație se măsoară pe o durată de 15—20 s, exprimarea făcîndu-se prin raportare la minut. Nu este indicată explorarea ventilației maxime pe o durată mai mare, deoarece pot apărea senzații neplăcute datorită alcalozei gazoase, iar colaborarea subiectului scade de obicei după acest interval. Valoarea normală a ventilației voluntare maxime la tinerii sănătoși variază între 120—150/l min și este în funcție de vîrstă, sex și dimensiunile corporale. Spirometrele moderne permit determinarea ventilației maxime din valorile obținute dintr-o simplă determinare a capacității vitale și a VEMS-ului, utilizînd tabele de transformare standardizate. Valorile ventilației voluntare maxime ne dau indicații prețioase asupra rezervelor ventilatorii de care dispune sportivul:

$$V_{max} - V_E = \text{Rez. vent. sau procentual}$$

$$\text{Rez. vent.} = \frac{V_{max} - V_E}{V_{max}} \cdot 100$$

Ventilația voluntară maximă depinde de puterea musculaturii respiratorii, de elasticitatea plămînilor și de permeabilitatea căilor aeriene. Limita metodei este dată în special de gradul de participare a subiectului testat, de forța musculară și de gradul de rezistență a subiectului.

Volumul expirator maxim pe secundă (VEMS), după cum arată și denumirea, este volumul maxim de aer ce poate fi expirat de subiect în prima secundă a unei expirații forțate, de intensitate maximă. În aceste condiții se face și o determinare a capacității vitale forțate. Inițial, Tiffeneau a stabilit o secundă pentru analiza

Scanned with OKEN Scanner

expirogramei forțate, ca apoi să se treacă la o analiză mai amănunțită a acesteia, realizîndu-se așa-zisa *capacitate vitală fracționată* sau cronometrată. Exprimarea se face la BTPS fie ca volum absolut, fie ca procent din capacitatea vitală. La sportivii care depun sistematic eforturi de rezistență, valorile obsolute sau procentuale ale capacității vitale și ale VEMS-ului sînt cu 10—20% deasupra valorilor normale ale populației nesportive.

Alți parametri care pot exprima eficiența funcțională a aparatului respirator sînt echivalentul ventilator și coeficientul de utilizare a oxigenului.

Echivalentul ventilator pentru oxigen este reprezentat de numărul de litri de aer ventilat pentru fiecare 100 ml oxigen consumat, calculul făcîndu-se după următoarea formulă :

$$EV = \frac{VE\ (litri)}{VO_2\ (ml)} \cdot 100$$

Valorile normale variază între 2—2,5 l/100 ml O_2.

Coeficientul de utilizare a oxigenului la nivelul plămînilor este dat de raportul invers dintre consumul de oxigen pe minut și ventilația pulmonară : $CuO_2 = \frac{VO_2\ (litri)}{VE\ (litri)} \cdot 100$.

Valorile normale sînt de 40—50 ml de oxigen, pentru 1 litru de aer ventilat în repaus. În efort coeficientul de utilizare a oxigenului variază astfel : la începutul efortului se produce o creștere a coeficientului de utilizare, apoi scade treptat, rămînînd totuși deasupra valorii de repaus. După Galetti și colab. (1978) creșterea inițială mai accentuată a coeficientului de utilizare a oxigenului, în timpul unui efort de durată, arată că adaptarea circulatorie s-a efectuat mai repede decît cea ventilatorie. Antrenamentul de rezistență duce deci la creșterea coeficientului de utilizare a oxigenului, care devine astfel un indicator valoros al stării de antrenament în probele de rezistență.

Capacitatea funcțională a sistemului cardiovascular poate fi descrisă prin : debitul cardiac maxim și debitul sistolic care poate fi menținut în cursul efortului maxim.

Debitul cardiac maxim realizat de sportivii care depun în ramurile sau probele practicate efort de

Scanned with OKEN Scanner

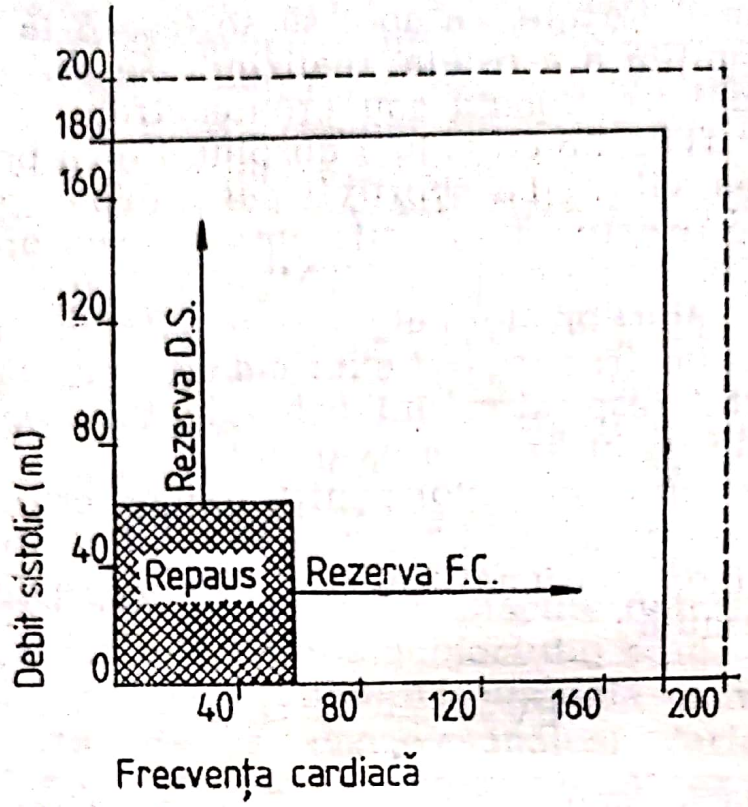


Fig. 15. Reprezentarea schematică a factorilor rezervei cardiace.

rezistență ajunge la 40—45 l/min, realizat pe seama frecvenței cardiace crescute, precum și a debitului sistolic mărit. În concluzie, factorii care determină creșterea debitului cardiac maxim sînt: rezerva de frecvență cardiacă și rezerva de debit sistolic, care împreună constituie rezerva cardiacă (fig. 15).

Debitul sistolic poate crește de la 40—50 ml în repaus, la un atlet bine antrenat pentru efortul de rezistență, pînă la 200—250 ml în efort de rezistență, la sportivii care realizează un consum maxim de oxigen, de peste 6 l/min (Ekblom și colab. 1977). Debitul sistolic poate fi crescut fie prin golire sistolică mai completă, fie prin umplere diastolică mărită (fig. 16).

În concluzie, așa cum am mai menționat, parametrul fiziologic principal al capacității de efort în probele de rezistență aerobă este consumul maxim de oxigen fie sub forma lui absolută (în l/minut), fie raportat la kg/corp (în ml/kg/min). Sub această ultimă formă, capacitatea de efort reprezintă *puterea maximă aerobă*, denumire introdusă în fizologia efortului de specialistul

Scanned with OKEN Scanner

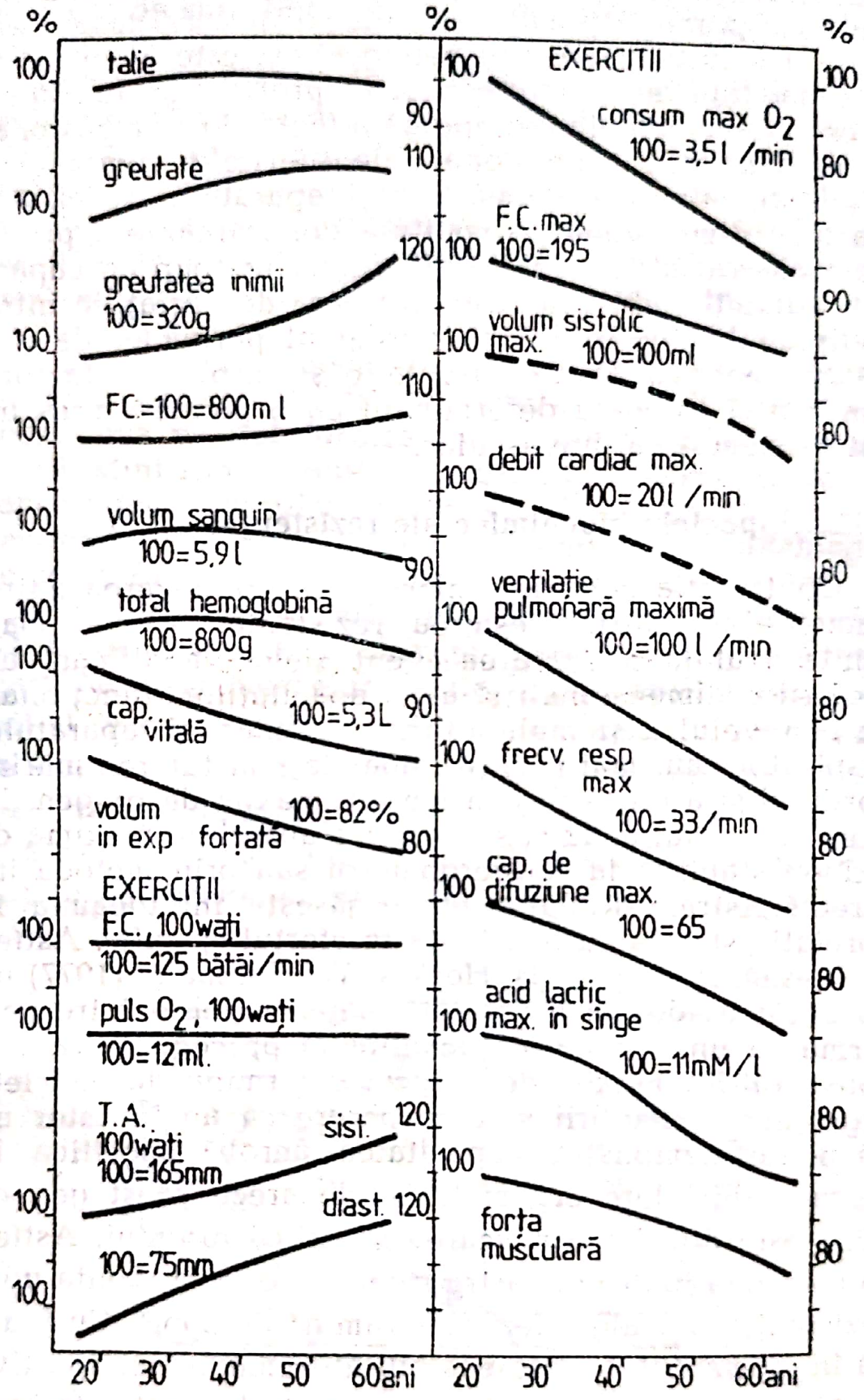


Fig. 16. Variația unor factori dimensionali și capacități funcționale cu vîrsta : valorile sînt obținute la 25 ani=100%.

Scanned with OKEN Scanner

italian R. Margaria (1936). Cu cît VO_{2max} este mai mare, cu atît sportivul poate dezvolta o putere mai mare timp mai îndelungat. Din cele arătate, este elocvent că o capacitate de efort crescută în probele de rezistență presupune o combinație optimă a factorilor dimensionali și ai capacităților funcționale ale diferitelor componente ale sistemului cardiovascular și aparatului respirator. Factorii dimensionali constituie determinantele principale ale variațiilor interindividuale, în timp ce capacitățile funcționale sînt răspunzătoare de variațiile intraindividuale, observate pe parcursul perioadei de pregătire sportivă. Dintre circulație și respirație, factorul limitant și totodată determinant cu o pondere crescută este sistemul cardiovascular.

4.3.2. Aspectele biochimice ale rezistenței

Contribuția medicinii sportive la optimizarea antrenamentului pentru creșterea rezistenței nu se poate limita doar la constatarea eventualelor modificări ale factorilor dimensionali și ale capacităților funcționale de la nivelul sistemului cardiovascular și aparatului respirator sau, mai concret, doar la constatarea măririi cordului și a creșterii consumului maxim de oxigen. La aceasta se mai adaugă și faptul că absorbția maximă de oxigen stabilită la spiroergometru sau prin metoda indirectă Åstrand-Rihming nu se găsește întotdeauna în corelație strînsă cu rezistența în efortul specific. Astfel, H. Liesen, A. Mader, H. Heck și W. Hollmann (1977) nu au putut evidenția o corelație satisfăcătoare între performanța unor înotători de elită la procedeul craul și consumul lor maxim de oxigen, determinat la bicicleta ergometrică. Autorii sînt de părere că un înotător nu își poate demonstra capacitatea aerobă specifică în lucru la bicicleta ergometrică, deoarece acest gen de efort este diferit de mișcarea specifică înotului. Astfel, se confirmă ipoteza noastră referitoare la existența unei rezistențe speciale diferitelor ramuri de sport. Cu toate că în momentul de față posibilitățile medicinei sportive sînt încă limitate, efortul de testare în laborator trebuie orientat mai mult către prestarea unui efort cît mai

Scanned with OKEN Scanner

apropiat de specificul sportului practicat (ergometrul de canotaj, covor rulant pentru alergători etc.).

Deci, capacitatea de rezistență a sportivilor reprezintă în primul rînd o problemă biochimică de metabolism muscular oxidativ, iar factorii dimensionali și capacitățile funcționale ale sistemului cardiovascular și aparatului respirator ocupă un loc secundar în concepția actuală a medicinei sportive. Adaptările cardiovasculare datorită solicitărilor de rezistență sînt mai vizibile și mai evidente, dar nu permit concluzii și îndrumări concrete specifice și tipice pentru intensitatea efortului fiecărui sportiv în parte. Concluzii valabile în acest sens ne pot furniza în schimb parametrii metabolici, știut fiind faptul că *rezistența depinde direct de capacitatea musculaturii active de a furniza energia necesară unui lucru muscular intens, timp îndelungat, pe calea fosforilării oxidative* (fig. 17). Talentul sportiv pentru eforturile de rezistență, determinat genetic, constă în accepțiunea biochimiei moderne în cantitatea mare de fibre musculare lente („fibre roșii") existentă inițial în compoziția mușchilor unui sportiv. După cum se știe din fiziologie, acest tip de fibre conține un număr crescut de mitocondrii de talie mare, cu o capacitate oxidativă ridicată, favorabilă disciplinelor sportive bazate pe rezistență, prin marea lor capacitate de utili-

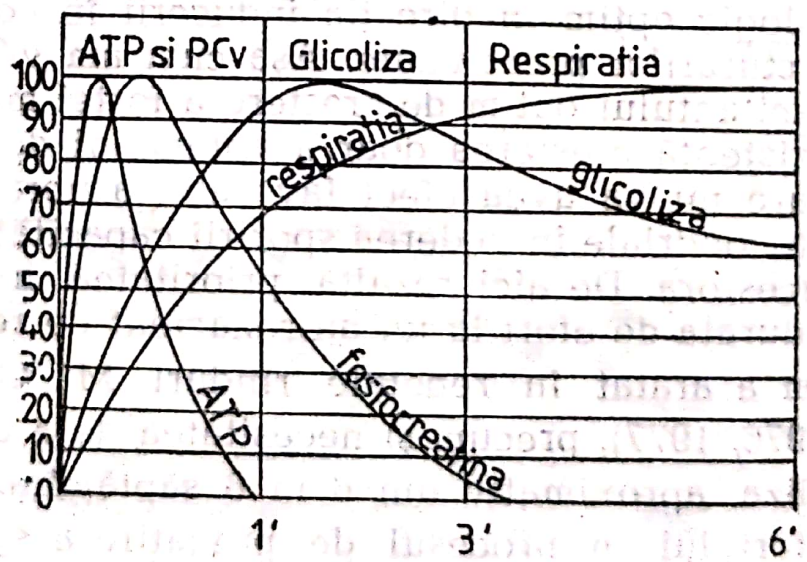


Fig. 17. Reprezentarea schematică a fazelor anaerobe, mixte și aerobe ale energogenezei musculare.

zare a oxigenului. Datele biochimice din ultimii ani au evidențiat faptul că factorul limitativ al efortului aerob nu constă în volumul de oxigen captat și transportat la mitocondrii, ci tocmai în capacitatea mușchilor de a utiliza o cantitate cît mai mare de oxigen la acest nivel tisular. Meerson și colab. (1969), N. V. Rogozkin, J. Koltai și colab. (1975) au arătat că dezvoltarea capacității oxidative a fibrelor musculare, pe lîngă factorul genetic, depinde și de solicitare, constatîndu-se mărirea capacității oxidative numai a acelor structuri musculare care au fost supuse unor solicitări crescute. Aceste adaptări la cerințele crescute ale efortului se realizează printr-o hipertrofie fiziologică a microstructurii musculare solicitate, biosinteza proteinelor mitocondriale realizîndu-se atît prin neoformarea de *ribozomi citoplasmatici*, cît și prin formarea de *acid dezoxiribonucleic* (ADN) mitocondrial.

Concluzia practică, ce rezultă din cele enunțate, este aceea că în antrenamentul de rezistență tocmai metabolismul oxidativ al fibrei musculare trebuie încărcat funcțional printr-un efort corespunzător. Restructurările fiziologice și biochimice favorabile se mențin atîta timp cît efortul funcțional se situează la nivelul toleranței optime a structurilor musculare, în sensul că un efort eficient la început timp de 4—6 săptămîni își pierde treptat eficacitatea prin fenomenul de adaptare, devenind o intensitate prea mică pentru a constitui un excitant biologic optim în direcția inducerii în continuare a restructurărilor preconizate. Așa cum am văzut și în cazul excitantului optim de creștere a forței musculare, și la rezistență creșterea doar a volumului de lucru în continuare nu va avea efect favorabil asupra structurilor mitocondriale în vederea sporirii capacității oxidative a acestora. De aici rezultă prioritatea intensității față de durata de efort la un antrenament de rezistență, așa cum a arătat în repetate rînduri M. Georgescu (1975, 1976, 1977), precum și necesitatea de a analiza și reactualiza, aproximativ din 6 în 6 săptămîni, intensitatea efortului în procesul de pregătire a sportivilor pentru efortul de rezistență. Deci, la o intensitate de efort prea mică, cu toate că există un stimul biologic de

Scanned with OKEN Scanner

efort pe o durată de timp îndelungată, nu există o constrîngere suficientă a structurilor mitocondriale în direcția restructurărilor enzimatice absolut necesare în eforturile de rezistență. Aceasta nu înseamnă că se poate mări intensitatea peste măsură. La o intensitate de efort prea ridicată, metabolismul energetic aerob este insuficient pentru acoperirea energetică a efortului foarte intens și mușchiul va apela la metabolismul anaerob al glucozei sau glicogenului. Prin aceasta, solicitarea funcțională se transferă la alte mecanisme ale metabolismului muscular și astfel efectul efortului asupra mușchilor va îmbrăca cu totul alte aspecte, nedorite de efortul de rezistență, dată fiind solicitarea funcțională a altor structuri subcelulare, decît cele implicate pentru buna desfășurare a efortului de rezistență. Astfel, zona de intensitate optimă va fi relativ mică și diferită de la individ la individ, potrivit structurii genetice a mușchilor și a capacității fizice a fiecăruia.

Pentru practicieni este extrem de important faptul că *intensitatea optimă de efort în antrenamentul de rezistență* se situează în acea zonă de intensitate în care încă nu se formează deloc acid lactic din glicoliza anaerobă sau se formează doar în cantități mici. Ea corespunde așa-numitului „prag *aerob-anaerob*" și se caracterizează prin concentrația *lactatului în sînge de aproximativ 4 mmol/l* (H. Liesen și colab. 1977). Acest lactat provine în cea mai mare parte din transformarea acidului piruvic în acid lactic, ca urmare a deficitului de energie, care rezultă la începutul unei solicitări dinamice datorită inerției creșterii consumului de oxigen din perioada de adaptare la efort, pînă la instalarea echilibrului dintre nevoile și consum în așa-numita stare de „steady-state". Acest tip de efort este cunoscut și sub denumirea de anduranță sau rezistență pură (endurance). Intensitățile mai mari reclamă o furnizare anaerobă, lactacidă, a energiei, cu o creștere continuă a concentrației de lactat în sînge, iar acidoza rezultată în continuare impune reducerea intensității efortului sau întreruperea imediată a acestuia. Acest tip de efort se mai numește și „stamina" sau starea de „steady-state" relativă.

Scanned with OKEN Scanner

Determinarea în laborator a pragului „aerob-anaerob" redă cu multă fidelitate capacitatea rezistenței aerobe metabolice a unui sportiv și dă indicații precise și prețioase practicienilor în ceea ce privește zona de intensitate optimă a efortului. În continuare, practicianul poate obține date despre gradul de dezvoltare individuală a potențialului aerob metabolic maxim al fiecărui sportiv în parte, prin calculul procentului performanței la pragul aerob-anaerob față de performanța maximă. Practica de pînă acum arată că sportivii care se află la nivelul de 90% al pragului aerob-anaerob din capacitatea lor maximă posedă pentru sportul preferat o capacitate metabolică aerobă foarte bună. În schimb, la sportivii care depășesc pragul aerob-anaerob la o solicitare de 80—85% din capacitatea lor maximă, concentrația de acid lactic se ridică vertiginos și în scurt timp aceștia prezintă fenomene marcate de oboseală.

Pentru un antrenament de rezistență extensiv, în zona frecvenței cardiace de 140—150 bătăi/min, se atinge cca 70—75% din consumul maxim de oxigen fără să apară acidul lactic în sînge, neexistînd nici un deficit de energie aerobă. O frecvență cardiacă de 160±5 bătăi reprezintă limita performanței pur aerobe, putînd fi socotită ca limită inferioară a zonei intensive a antrenamentului de rezistență pentru dezvoltarea capacității aerobe. Într-o cercetare recentă a lui H. Liesen și colab. (1977), frecvența cardiacă în efortul situat în zona transferului aerob-anaerob (4 mmol/litru lactat) a fost între 164—172 bătăi/min. La acești sportivi de talie mondială s-a constatat o diferență redusă, pînă la frecvența cardiacă maximă. La canotorii de elită, A. Mader și W. Hollmann (1977), în antrenament intens de rezistență, au constatat ca limită maximă a efortului încă aerob valoarea de 86% a consumului maxim de oxigen, dar lucrul mecanic realizat în condiții încă pur aerobe este dublul realizat de un neantrenat. Relația dintre frecvența cardiacă și consumul maxim de oxigen la aceeași persoană este constantă la un efort standard similar și este liniară în zona metabolică pur aerobă. În zona transferului aerob-anaerob se produce o aplatizare treptată a frecvenței cardiace, în pofida creșterii

Scanned with OKEN Scanner

în continuare a consumului de oxigen, fenomen cunoscut sub denumirea de *comportament de saturație a frecvenței cardiace*. Aceasta este una din cauzele pentru care în sfera frecvenței maxime individuale lipsesc modificările evidente ale acestei frecvențe, în condițiile unor modificări notabile ale performanței fizice. Totuși, Di Prampero și colab. (1975) nu au constatat deosebiri în comportamentul frecvenței cardiace față de consumul de oxigen în efortul depus pe cicloergometru și la vîslitul în bac. După O. Popescu (1978) relația consumului de oxigen cu frecvența cardiacă permite aprecierea performanței în barcă la antrenamentul de rezistență, în condițiile în care se cunoaște dependența individuală dintre frecvența cardiacă și consumul de oxigen și dacă se ține seama de faptul că la eforturi de durată, mai mari de 30 min, poate să apară o creștere a frecvenței cardiace cu aproximativ 5—8 bătăi/min peste nivelul așteptat. Pe parcursul procesului de antrenament comportamentul specific și individualizat al frecvenței cardiace în relație cu absorbția de oxigen se modifică paralel cu creșterea capacității de efort aerob, în sensul deplasării spre valori mai scăzute ale frecvenței cardiace la un consum de oxigen constant și uniform. Astfel, la o încărcătură uniformă, frecvența cardiacă reprezintă în continuare un indicator excelent și simplu în dirijarea intensității efortului *în antrenamentul aerob*, pînă în zona transferului aerob-anaerob. Aplatizarea și tendința de scădere a frecvenței cardiace la aceeași încărcătură reflectă în mod fidel îmbunătățirea treptată a capacității de efort și adaptarea mai bună la efort, fapt ce poate indica momentul creșterii intensității efortului pentru a fi mereu în concordanță cu necesitatea aplicării unui stimulent biologic corespunzător la nivel mitocondrial. Datele obținute în urma biopsiei musculare, de P. D. Gollnick și colab. (1973), arată că eforturile intense, efectuate la nivel de 80—90% din consumul maxim de oxigen, situate deci în zona de transfer aerob-anaerob sau chiar în zona anaerobă, duc la golirea de glicogen a fibrelor musculare rapide (fazice), iar încărcăturile mai mici situate în zona pur aerobă (60—70% din $VO_{2\,max}$), efectuate timp îndelungat în

Scanned with OKEN Scanner

regim de durată duc la pierderea glicogenului din fibrele musculare lente (tonice). Astfel, prin metode biochimice se confirmă faptul că la intensități de efort situate deasupra pragului aerob-anaerob sînt solicitate mai ales fibrele rapide cu capacitate energetică preponderent lactacidă, în timp ce eforturile de durată lungă din zona pur aerobă solicită aproape exclusiv fibrele lente, oxidative. Prin solicitarea fibrelor lente, aerobe, în astfel de eforturi se exercită un stimul foarte selectiv asupra acestor fibre și concomitent este reprimată activitatea fibrelor rapide, glicolitice.

În urma unor experiențe efectuate pe animale, P. O. Hollószy (1975) a putut demonstra transformarea fibrelor rapide în fibre lente, printr-o stimulare electrică de durată, asemănător unui efort de rezistență. La oameni s-au evidențiat în mică măsură modificări ale fibrelor rapide în fibre lente (P. D. Gollnick, 1973, K. Piehl, 1974), existînd certitudini doar în sensul transformării fibrelor intermediare în fibre lente. Creșterea cantității de enzime aerobe în toate fibrele, ca și transformarea fibrelor rapide în fibre lente ar ridica nivelul metabolismului aerob și concomitent ar deplasa zona de transfer aerob-anaerob în favoarea capacității aerobe, spre valori de peste 80% a $VO_{2\,max}$. Într-adevăr, din datele lui Gollnick și colab. (1975) rezultă că cei neantrenați au un procent de 40—50% de fibre lente aerobe, în timp ce sportivii foarte bine antrenați în domeniul efortului de rezistență au mai mult de 75% fibre lente.

În concluzie, reacția de adaptare — dirijată de mecanismul genetic al celulei — față de un efort funcțional de rezistență reprezintă un răspuns specific față de stimulul fiziologic și biochimic aplicat. În fond, stimulul activ și eficient este creșterea intensității efortului, care duce la formarea de proteine structurale noi, specifice solicitării funcționale de rezistență. Acest stimul intens de durată acționează în sensul modificării structurii celulare fine pînă cînd se atinge din nou o intensitate funcțională, care impune ridicarea din nou a încărcăturii. Procesul de adaptare la noul nivel de solicitare depinde de durata efortului. Eforturile funcționale foarte intense (la limita superioară a capacității funcționale),

Scanned with OKEN Scanner

dar cu o durată scurtă, sînt mai puțin eficiente, după cum și intensitățile de efort prea reduse, chiar dacă au o durată mai mare, nu vor provoca modificări structurale corespunzătoare la nivel biochimic celular. Adaptarea structurilor solicitate intens, prin hipertrofie, sînt menținute prin contribuția activă a aparatului genetic al celulei, ele necesitînd în permanență o hiperactivitate de antrenament, dar nici hiperfuncția nu poate fi menținută mai mult timp în lipsa hipertrofiei structurilor specifice efortului, în special a aparatului enzimatic mitocondrial. Așadar, acțiunea complexă a unui stimul corespunzător de efort rezultă dintr-o adaptare structurală proporțională și menținută în funcție de durata excitantului, creîndu-se posibilitatea de a atinge un nivel de adaptare stabil prin hipertrofia structurilor supuse unui efort funcțional care întreține și metabolismul îndreptat spre sinteze proteice și alte procese regenerative.

Limita superioară pentru antrenamentul metabolismului aerob este dată de *pragul aerob-anaerob*, fiind situat în funcție de gradul de antrenament individual de rezistență, între 64—85% din valoarea consumului maxim de oxigen. Efortul fiind la limita de formare a lactatului în zona transferului aerob-anaerob duce preponderent la glicoliza anaerobă, durata efortului fiind determinată de volumul depozitelor de hidrocarburi din mușchii activi și din ficat. Criteriu al transferului aerob-anaerob se consideră începutul creșterii rapide a concentrației de lactat din sînge, limita precisă fiind de 4 mmol/l lactat sau 4 mval/l exces de baze (EB). În condiții de steady-state nivelul de 4 mmol/litru al lactatului nu mai crește, ci de regulă scade, însă creșterea intensității în continuare duce la modificarea completă a metabolismului spre efort anaerob lactacid, cu o creștere continuă a concentrației acidului lactic în sînge, ceea ce impune imediat sistarea efortului din cauza acidozei metabolice. Astfel, *pragul aerob-anaerob* reflectă rezistența aerobă a sportivului și oferă antrenorului date precise privind zona de intensitate optimă a efortului de antrenament.

Scanned with OKEN Scanner

4.4. Fundamentarea fiziologică și biochimică a metodelor actuale din antrenamentul de rezistență

Antrenamentul de rezistență este chemat să rezolve mai multe sarcini, dintre care cele mai importante sînt :

— regenerarea capacității de efort și a organismului, în general, între diferite solicitări intense ;

— educarea voinței în vederea suportării rigorilor unui antrenament intensiv pe o durată foarte lungă ;

— îmbunătățirea capacității de efort aerob.

Antrenamentul îndreptat spre regenerarea organismului și cel cu scop de educare a voinței nu sînt supuse rigorilor unei intensități fixate în prealabil. Sportivul își fixează singur tempoul de alergare, iar durata efortului este în limite de 30—60 min pentru regenerare și 1,30—2 ore pentru educarea voinței.

Antrenamentul dedicat creșterii capacității aerobe impune indicații clare în privința lungimii distanței și a intensității efortului. În felul acesta antrenamentul aerob este chemat să asigure ridicarea capacității de captare, de transport și de utilizare a oxigenului de către organismul sportivului și să asigure menținerea la un nivel ridicat al acestora timp relativ îndelungat. Mai dificilă și de mai mare importanță este asigurarea adaptării rapide a metabolismului muscular aerob la cerințele din ce în ce mai ridicate ale efortului de rezistență din zilele noastre. Cerințele de natură fiziologică, referitoare la îmbunătățirea parametrilor dimensionali și a capacităților funcționale legate de captarea și transportul oxigenului de către sistemul cardiovascular și aparatul respirator, se pot realiza în bune condiții chiar în cadrul antrenamentului cu copii și juniori, în cadrul unei activități multilaterale îndreptate spre obținerea așa-numitei hipertrofii de bază a diferitelor organe, aparate și sisteme ale organismului. Cerințele specifice îmbunătățirii metabolismului muscular și ridicarea nivelului zonei de transfer aerob-anaerob al acestui metabolism presupun eforturi susținute pe o durată de timp îndelungată și reclamă un organism nu numai sănătos, dar și fortificat, care dispune de o capacitate de efort aerob ridicată, pe baza determinis-

Scanned with OKEN Scanner

mului genetic corespunzător, oglindit printr-un procentaj ridicat de fibre oxidative lente din mușchi. Nu este deci de mirare faptul că la Congresul European al antrenorilor de atletism de la Budapesta (1975), antrenorul maratoniștilor din R.D.G. Klaus Kegel a vorbit despre o nouă orientare a antrenamentului de rezistență ce constă în ridicarea vitezei medii de alergare. Testarea unor semifondiști și fondiști polonezi pe o distanță de 12 km, cu o viteză de alergare de 4 min și 20 s; de 4 min și 3,40 min/1 000 m au scos în evidență faptul că alergarea cu 4 min și 20 s/1 000 m și aceea cu 4 min/1 000 m au fost insuficiente din punct de vedere fiziologic și biochimic și doar alergarea cu o intensitate de 3,40 min/1 000 m a produs modificarea corespunzătoare a parametrilor fiziologici și biochimici.

Metodele moderne de educare a rezistenței, utilizate în antrenamentul sportivilor de înaltă performanță, sînt legate de efectuarea unui volum de lucru apreciabil atît la un antrenament, cît și pe parcursul unui an competițional. Renumitul fondist francez Alain Mimoun în întreaga sa carieră sportivă prestigioasă a parcurs peste 85 000 km. Menționăm faptul că pînă în anii 1930 volumul mare de antrenament era considerat ca singura metodă eficientă a antrenamentului fondiștilor și de cele mai multe ori distanța parcursă într-un antrenament era mai lungă decît însăși distanța de concurs. De la această dată însă antrenorii și sportivii au început să pună accent tot mai mult pe parcurgerea unor porțiuni cu viteză crescută, idee ce a dat naștere la numeroase variante ale alergării de durată și în final a dus la apariția unor metode noi și eficiente de antrenament, ca: metoda cu intervale, metoda repetărilor cu intensitate variabilă, fartlek, antrenamentul fracționat și altele. După cum remarcă pe bună dreptate englezul W. Tuxworth (1976), în antrenamentul modern de rezistență nimic nu este imposibil și nici demodat atîta timp cît poate asigura un cît de mic avantaj față de adversar și „dacă nu recent campion olimpic de fond ar alerga cu spatele și ar mînca broaște vii, cu siguranță ar avea destui sportivi care ar prelua cu multă dezinvoltură, nu numai metoda lui de alergare, dar și felul său de a se alimenta".

Scanned with OKEN Scanner

În prezent cele mai răspîndite metode pentru dezvoltarea rezistenței sînt :

— metoda efortului continuu ;
— metoda repetărilor cu și fără variația intensității ;
— metoda mixtă.

4.4.1. **Metoda efortului continuu** (alergarea de durată)

Alergarea de durată în tempou uniform este utilizată pe scară largă în antrenamentul de rezistență aerobă, mai ales la începători și în prima parte a calendarului sportiv anual. După părerea unor specialiști (Gh. Mitra și Al. Mogoș, 1977), această metodă este ușor de aplicat în activitatea de educație fizică școlară, unde prin folosirea ei lecție de lecție se poate realiza ușor nivelul rezistenței cerut de programa școlară.

Alergarea de durată reclamă și în același timp induce o bună corelație funcțională a mecanismelor fiziologice implicate în reglarea vegetativă a funcțiilor cardinale implicate în captarea și transportarea oxigenului. Ca urmare a efortului continuat în ritm convenabil, timp îndelungat, „plafonul" funcțional vegetativ se ridică din ce în ce mai mult. Cu cît este mai mare capacitatea aerobă inițială a elevului sau a sportivului, cu atît acest plafon poate fi ridicat mai sus prin antrenament. Totuși, în cazul efortului continuu intensitatea efortului se află sub pragul de transfer aerob-anaerob, în echilibru metabolic pur aerob și de aceea nu apare nici o acidoză metabolică, fiind posibilă continuitatea efortului pe o durată lungă. Prin solicitarea exclusivă a metabolismului aerob al fibrelor musculare sînt antrenate selectiv doar fibrele tonice, lente, cu un profil metabolic preponderent aerob și concomitent este reprimată activitatea fibrelor rapide, glicolitice. Astfel, alergarea de durată duce la creșterea cantității enzimelor oxidative din fibrele lente, iar contitatea de enzime glicolitice nu se modifică (J. O. Holloszy, 1975, K. Piehl, 1974).

Este totuși de reținut faptul că, la o intensitate de sub 70—75% din $VO_{2\,max}$, efortul continuu nu duce la mărirea capacității aerobe de efort din cauza valorii biologice stimulative reduse a unui astfel de efort asupra metabolismului muscular, în schimb asigură menți-

Scanned with OKEN Scanner

nerea la un nivel constant a capacității aerobe existente. Ridicarea pe o treaptă superioară a capacității de efort aerob se poate obține numai în condițiile în care intensitatea efortului continuu este situată în *zona de transfer aerob-anaerob*. Din observațiile efectuate în practică, precum și din extrapolarea datelor biochimice obținute prin determinarea concentrației de acid lactic din sînge în timpul efortului pe cicloergometru, rezultă că zona de transfer aerob-anaerob se află la sportivii tineri, bine pregătiți, la o frecvență cardiacă de 170—180 bătăi/min. După datele lui P. O. Åstrand și B. Saltin (1971), la concursurile de schi fond 15 km, cei mai buni schiori aleargă cu o frecvență cardiacă de 175—180 pulsații/min, consumul lor de oxigen fiind de 85—90% din VO_{2max}. Așadar, intensitatea efortului situată în zona de limită aerob-anaerob nu poate fi menținută mult timp, decît de sportivii foarte bine antrenați. Utilizînd metoda efortului continuu, antrenorul trebuie să cunoască foarte bine zona aceasta de transfer aerob-anaerob pentru fiecare sportiv în parte și să urmărească eficacitatea fiziologică a antrenamentului de acest gen, printr-un control tehnic și biochimic la sfîrșitul fiecărui microciclu de 4—6 săptămini, care va determina planificarea parametrilor de intensitate și durată a efortului pentru noul microciclu. Dintr-un număr din ce în ce mai mare de astfel de controale, publicate în literatura de specialitate, citățm doar studiul publicat de W. Lindermann și colab. (1975), care la o alergare de durată de 12 km, efectuată cu o intensitate uniformă de 3 : 35/1 000 m, a găsit o frecvență cardiacă de 177 ± 9 bătăi/min la terminarea efortului, valoarea individuală maximă fiind de 187 bătăi/min. De asemenea, maratoniștii din R.D.G. aleargă între 20—40 km zilnic, cu o intensitate constantă de 80—90% din VO_{2max}, ceea ce reprezintă 3 : 50/1 000 m. Un atlet cu timpul cel mai bun de 78 min la 20 km acoperă această distanță la antrenament în 94—106 min, intensitatea efortului situîndu-se de fiecare dată peste 75% din consumul maxim de oxigen.

În concluzie, antrenamentul de rezistență bazat pe efortul continuu se utilizează azi în special la tineri și începători, dar și la cei vîrstnici în cadrul „alergării

Scanned with OKEN Scanner

pentru sănătate", avînd intensitatea efortului situată în zona pur aerobă. La sportivii de performanță se utilizează pentru ieșirea dintr-o stare de oboseală și pentru educarea voinței, mai ales la început de sezon. Pentru îmbunătățirea capacității de efort aerobe metoda alergării de durată se poate utiliza la o intensitate situată în zona de transfer aerob-anaerob, la o frecvență cardiacă de 170—180 bătăi/min, intensitate ce nu poate fi menținută la acest nivel decît de către sportivii foarte bine pregătiți pentru efortul de rezistență. Pentru evitarea scăderii valorii biologice a stimulului de efort, prin adaptarea la acest nivel de efort, periodic, la 4—6 săptămîni, se recomandă controlarea eficienței antrenamentului și reevaluarea intensității și duratei efortului pentru un nou microciclu.

4.4.2. Metoda eforturilor variabile

Această metodă se bazează pe modificarea intensității sau a tempoului de parcurgere a unei porțiuni, în cadrul alergării de durată. Utilizînd o gamă largă de intensități în cadrul aceluiași antrenament se obține o solicitare complexă a diferitelor organe, aparate și sisteme ale organismului, cu o adaptare treptată față de aceste solicitări variabile. Principala formă de aplicare a acestei metode în antrenamentul sportiv este *alergarea de durată pe teren variat*, cu modificarea repetată a intensității de efort. Variația intensității efortului poate fi realizată și datorită profilului variat al terenului pe care se aleargă, fiind necesară însă și o cooperare permanentă din partea sportivului sau elevului în vederea schimbării repetate a intensității efortului (Gh. Mitra, Al. Mogoș, 1977).

Pe plan fiziologic și biochimic metoda eforturilor variabile reclamă transferarea rapidă a funcțiilor cardinale la noul nivel al efortului. În timp ce alergarea pe teren plat duce la instalarea stării de echilibru funcțional dintre nevoia și aportul de oxigen, alergarea la deal mărește brusc cerința de oxigen, dar captarea și transportarea acestuia nu pot fi adaptate corespunzător, creîndu-se astfel o datorie de oxigen, ce se exprimă prin acumularea lactatului în sînge. Subiectiv apare

Scanned with OKEN Scanner

setea de aer și senzații neplăcute provocate de oboseală, care trebuie învinse în vederea continuării efortului. O nouă modificare a reliefului terenului (alergarea la vale) ușurează trecerea peste aceste momente de dificultate. Cu alte cuvinte, eficiența acestei metode constă în solicitarea unei adaptări fiziologice rapide din partea marilor funcții la schimbările bruște și frecvente ale intensității efortului. Deoarece momentele de solicitare maximă sînt relativ puține și inconstante ca intensitate, restructurările fiziologice și biochimice sînt de mică amploare. De aceea, în ultimul timp, această metodă este din ce în ce mai rar folosită, fiind utilizată numai în pregătirea începătorilor și pentru educarea calităților volitive la sportivii de performanță.

4.4.3. Metoda antrenamentului cu intervale

Metoda antrenamentului cu intervale (pe intervale, fracționat etc.) constituie o metodă de bază în educarea rezistenței aerobe. Este utilizată pe scară largă nu numai în atletism, unde s-a folosit inițial, ci și în multe alte ramuri de sport, ca: înot, canotaj, ciclism, jocuri sportive etc. Marii campioni de atletism Gunter Hagg, L. Harbig, G. Pirie, P. Bolotnikov, V. Kuț și alții s-au afirmat pe plan mondial pregătindu-se după această metodă.

Antrenamentul cu intervale urmărește o solicitare mare a capacității aerobe a metabolismului și o activare intensă a energogenezei anaerobe lactacide, producînd pe parcursul antrenamentului acidoze metabolice medii și submaximale, prin formarea lactatului din piruvat, în lipsa oxigenului, prin reducerea la care participă $NADH_2$.

În antrenamentul cu intervale natura excitantului este direct legată de metodologia concretă de lucru, exprimată prin variația parametrilor efortului, redați prin inițialele DITRA, adică durata efortului, intervalul de odihnă, tempoul de lucru, repetări (numărul lor), acțiunile (atitudinea) sportivului în timpul pauzei. În raport de îmbinarea acestor componente ale efortului diferă atît valoarea metodei, cît și caracterul de răspuns

Scanned with OKEN Scanner

al organismului. Analizînd componentele efortului enumerate putem stabili următoarele:

4.4.3.1. **Durata efortului** unic în cadrul antrenamentului cu intervale este determinată de lungimea porțiunilor parcurse și de viteza de deplasare a sportivului. În cazul duratei de peste 3—4 min a efortului unic, vor fi implicate în furnizarea energiei necesare alergării în special mecanismele aerobe, efortul fiind prestat în starea de echilibru dintre nevoia și aportul de oxigen (steady-state). Pentru mărirea rezistenței aerobe, deși sună paradoxal, durata efortului va fi sub 3 min, obligîndu-l pe sportiv la o intensitate mai mare a efortului decît posibilitățile sale aerobe, făcînd apel la mecanismul glicolitic de energogeneză. Efortul în acest caz are caracterul de efort anaerob lactacid. La o durată de 10—15 s a efortului va fi implicat mai ales mecanismul creatinfosfokinazic, care va asigura resinteza ATP-ului necesar realizării cuplajului excitație-contracție cu ajutorul transferului fosfatului macroergic de la creatinfosfat pe ADP. În funcție de efortul specific se va utiliza durata convenabilă de la cîteva secunde pînă la 1—2 min.

4.4.3.2. **Intervalul de odihnă** are un rol fundamental (de aici și denumirea metodei) în determinarea caracterului reacțiilor de răspuns ale organismului la încărcătura din antrenament. În esență, efectul încărcăturii din antrenament depinde de intensitatea efortului fracționat în porțiuni relativ scurte, parcurse cu viteză mare și de durata odihnei dintre repetări.

În timpul lucrului cu viteze subcritice și critice micșorarea intervalelor de odihnă face ca încărcătura să devină mai aerobă, deoarece respirația și circulația nu revin la valori de repaus, ci rămîn o perioadă de timp la un nivel mai ridicat, de unde pornesc la începutul efortului al doilea ș.a.m.d. În schimb, în timpul vitezelor supracritice, reducerea intervalelor de odihnă face ca efortul să devină din ce în ce mai anaerob, deoarece în pauza scurtă lichidarea datoriei de oxigen acumulată în perioadele de efort nu poate fi realizată.

Scanned with OKEN Scanner

4.4.3.3. **Tempoul de lucru** sau intensitatea efortului exprimată prin viteza de parcurgere a unor porțiuni influențează în mod direct caracterul metabolic de asigurare energetică a acestuia. În cazul vitezelor moderate de alergare, consumul energetic poate fi asigurat pe baza funcționării normale a lanțului respirator, dat fiind valoarea nu prea ridicată a necesarului de oxigen, care poate fi asigurat chiar în timpul efortului, deci nu mai apare deficitul de oxigen (eventual doar la începutul efortului, pînă la depășirea inerției sistemelor de captare și de transport) și în consecință nu se mai acumulează în sînge acid lactic. În zona acestor viteze, numite *viteze subcritice*, aportul de oxigen este proporțional cu cerința. Dacă viteza de alergare este mai mare, se pătrunde în zona *vitezei critice* unde necesarul de oxigen este egal cu posibilitățile aerobe ale sportivului, de acoperire integrală a cantității de oxigen cerută de intensitatea arderilor. Deci, în acest caz efortul se efectuează în condițiile VO_{2max}, iar viteza de alergare a sportivului va fi cu atît mai mare în asemenea circumstanțe, cu cît este mai bună rezistența lui aerobă.

În cazul *vitezei supracritice* necesarul de energie depășește posibilitățile aerobe ale sportivului, organismul lui făcînd apel la furnizarea anaerobă a energiei (mecanismului glicolitic), cu formarea de acid lactic. Cu cît viteza este mai mare, cu atît este mai mult solicitat mecanismul glicolitic și mai abundentă acumularea lactatului în sînge.

Antrenamentul cu intervale se bazează pe acest mecanism glicolitic, intensitatea efortului situîndu-se deasupra vitezei critice în așa-numita *fază anaerobă lactacidă*, unde datoria de oxigen crește vertiginos și se acumulează mari cantități de lactat în sînge.

4.4.3.4. **Numărul de repetări** determină amploarea acțiunii efortului asupra organismului. În zona efortului aerob, pînă la limita dintre încărcătura aerob-anaerobă, deci în cazul vitezelor coborîte subcritice și critice, creșterea numărului de repetări reclamă și permite menținerea efortului timp îndelungat și astfel contribuie la menținerea la un nivel înalt a funcțiilor respiratorie și cardiovasculară, fără însă a determina îmbunătățirea

Scanned with OKEN Scanner

capacității funcționale a acestora. În zona intensității de transfer aerob-anaerob acumularea de acid lactic încă nu este foarte mare, ceea ce permite un număr mare de repetări. Se pare însă că cele mai bune rezultate se obțin cu un număr nu prea mare de repetări, care permit menținerea intensității în zona anaerob-lactacidă ce induce ridicarea capacității glicolitice a fibrelor musculare rapide și totodată creșterea capacității oxidative în ambele tipuri de fibre musculare. Efortul din cadrul antrenamentului cu intervale nu duce de obicei la modificarea raportului dintre fibrele lente și cele rapide, însă poate ridica la un nivel superior ambele mecanisme de energogeneză. Cu alte cuvinte, antrenamentul cu intervale efectuat cu un număr de 10—12 repetări și de intensitate supracritică duce la o creștere a metabolismului total aerob și anaerob, dar relația dintre capacitatea aerobă și anaerobă nu se modifică.

Acidoza musculară și generală, prezentă în timpul eforturilor repetate cu intensitate supracritică în cadrul antrenamentului cu intervale, produce un factor suplimentar de încărcătură în cazul pauzelor scurte de 60—90 s, care poate determina la acidoze foarte ridicate perturbări în mediul fizico-chimic al celui musculare și al întregului organism. Se presupune perturbarea funcției și chiar a structurii mitocondrilor, care sînt purtătorii capacității oxidative aerobe, prin concentrații intracelulare foarte ridicate de lactat. La o intensitate foarte mare a efortului efectuat cu pauze scurte, scăderea accentuată a pH-ului oprește formarea lactatului prin „efectul Pasteur inversat", efortul fiind întrerupt sau redus în intensitate (sau mărită durata pauzelor) prin epuizarea sportivului. Pentru antrenor este extrem de greu să dirijeze un astfel de antrenament în lipsa datelor precise de biochimie, care relevă gradul de acumulare a lactatului și indică atît intensitatea posibilă a efortului, cît și durata pauzelor. Așa cum arată V. Kindermann și J. Keul (1977), frecvența cardiacă nu este pe măsura acidozei, deoarece nu este în corelație directă cu aceasta, considerent pentru care autorii recomandă multă prudență în aplicarea acestui gen de antrenament în lipsa datelor biochimice. Pe baza datelor biochimice adunate timp de mai mulți ani, ei recomandă

Scanned with OKEN Scanner

intervale cu pauze scurte și intensitate mare, mai ales la semifondiști, deoarece ei pot să realizeze o acidoză mai intensă decît fondiștii.

4.4.3.5. **Activitatea sportivului în timpul pauzei** poate fi foarte variată : unii preferă odihnă pasivă, ceea ce nu este indicat, alții continuă alergarea în ritm lent sau mai alert. În general, este acceptată următoarea variantă : în cazul lucrului cu viteze subcritice și critice în pauză se continuă alergarea în ritm lent, ceea ce favorizează menținerea nivelului respirației și circulației la o cotă destul de ridicată, fără a induce cheltuieli energetice mari. Alergarea din timpul pauzei asigură trecerea fără dificultăți la un nou efort, iar întreaga încărcătură este astfel mai aerobă. La intensități supracritice durata și activitatea din timpul pauzei trebuie să asigure revenirea frecvenței cardiace la 120 bătăi/min, pentru ca efortul următor să găsească circulația în stare de a pompa sîngele cu un debit sistolic maxim. Deoarece durata pauzei nu este de obicei mai mare de 90 s, activitatea din timpul pauzei este de mică intensitate, favorizînd scăderea pulsului la valoarea de 120 bătăi/min.

În concluzie, din prezentarea schematică a influenței fiecărei componente a antrenamentului cu intervale rezultă o interacțiune și o corelație strînse între toate cele 5 componente ale acestui gen de efort. Modificarea de către antrenor a oricărei componente atrage după sine schimbări esențiale la nivelul celorlalte componente și totodată se modifică radical gradul răspunsului biologic din partea organismului sportivului. În funcție de scopul urmărit atît durata, intensitatea, complexitatea efortului, cît mai ales intervalul de odihnă se stabilesc în așa fel, încît să permită realizarea în cele mai bune condiții a scopului propus : menținerea, consolidarea sau îmbunătățirea capacității de captare, de transport și de utilizare a oxigenului de către mușchi.

În ultimii ani parametrii esențiali ai antrenamentului cu intervale sînt astfel aleși, încît să ducă la ridicarea capacității glicolitice a fibrelor musculare rapide și la creșterea capacității oxidative în ambele tipuri de fibre

Scanned with OKEN Scanner

musculare. Spre deosebire de antrenamentul bazat pe efortul continuu de durată, antrenamentul cu intervale nu modifică structura și ponderea fibrelor musculare, ci mai de grabă duce la creșterea intensității metabolismului total, aerob și anaerob lactacid, fără a modifica procentajul fibrelor lente și rapide existente în mușchi.

Deoarece în timpul acestui antrenament se produce o creștere continuă a acidozei, oglindită prin acumularea de acid lactic și scăderea concomitentă a pH-ului, s-a verificat de către W. Kindermann și J. Keul (1977) în ce măsură este posibilă influențarea pe cale farmacologică a performanței, prin administrarea unor substanțe tampon, înainte de începerea efortului fizic. Deoarece în pofida unei acidoze mai reduse nu s-a obținut nici o creștere a performanței, se pare că aplicarea substanțelor tampon înainte de efort nu prezintă un viitor așa de strălucit cum s-a crezut acum 2—3 ani.

4.5. Particularitățile educării rezistenței în funcție de sex sau vîrstă

Încă din antichitate oamenii de vază au fost preocupați de educația corporală a ambelor sexe. Legile emise de marele Hammurabi din Babilon (secolul al XVIII-lea î.e.n.) conțin un paragraf în care se stipulează că la exercițiile destinate educației corporale trebuie să participe deopotrivă bărbații și femeile. Platon a propus și el participarea femeilor la exercițiile de gimnastică alături de bărbați. În Sparta femeile au participat la exerciții fizice în aer liber, sub supravegherea instructoarelor. După această epocă, însă pentru o perioadă de timp lungă, educația fizică a femeilor a cunoscut o stagnare și un regres considerabil, care după Renaștere a putut lua din nou un oarecare avînt, însă abia în ultimele decenii ale secolului nostru a intrat pe un făgaș normal de dezvoltare.

În privința educării rezistenței în funcție de vîrstă problemele se ridică astfel : la ce etate este bine să se înceapă antrenamentul de rezistență a copiilor sau a tinerilor, ținînd cont, pe de o parte, de păstrarea și întărirea sănătății, iar, pe de altă parte, de cerințele tot

Scanned with OKEN Scanner

mai stringente ale sportului de înaltă performanță, de a începe pregătirea planificată la o vîrstă din ce în ce mai fragedă. Desigur primează punctul de vedere al menținerii și întăririi sănătății, dar în același timp, pornind de la butada „ce nu a învățat Ionică, Ion va învăța foarte greu", trebuie să evităm pierderea momentului favorabil din punct de vedere al educării rezistenței din cauza unei prudențe exagerate.

4.5.1. Particularitățile educării rezistenței la femei

Cauza principală a rămînerii în urmă a atragerii femeilor în activitatea sportivă rezidă în poziția socială a femeii în societățile bazate pe exploatare. La aceasta au contribuit și părerile eronate ale unor specialiști, chiar la începutul secolului nostru, care au răspîndit ideea că femeile sînt de mai mică valoare biologică decît bărbații, motiv pentru care ele nu pot participa la activitățile corporale care reclamă eforturi considerabile, mai ales cele de rezistență fiind contraindicate, pe motivul că organismul feminin n-ar avea capacitatea de adaptare la eforturi mari din cauza organelor și aparatelor incapabile de a suporta astfel de eforturi.

Începînd din perioada anilor '50, în R.D.G. a fost urmărită sistematic, timp de un deceniu, dezvoltarea fizică a elevilor și elevelor din școli, precum și capacitatea lor fizică, constatînd că între cele două sexe există diferențe remarcabile, care însă nu sînt condiționate întotdeauna de diferențele de sex, ci mai ales de faptul că fetele nu primesc o educație corporală atît de intensă și multilaterală ca băieții nici în cadrul lecțiilor de educație fizică școlară, nici în afara lor. Fetele care au participat alături de băieți la orele de educație fizică în clasele mixte, între 11—13 ani, au obținut rezultate mult superioare comparativ cu cele din clasele omogene demixtate. S-a demonstrat că fetele se adaptează foarte bine la efortul de rezistență și prezintă mult mai puține tulburări menstruale decît fetele care nu participă sistematic la un program de educație fizică și sport. Cercetări minuțioase efectuate în Italia, Ungaria, la noi în țară de către E. Balogh și K. Boga (1953) au scos în evi-

Scanned with OKEN Scanner

dență faptul că educația fizică și sportul contribuie la reglementarea dismenoreelor.

Progresele explozive realizate de femei în probele de rezistență (800—1 500 m) din ultimii ani confirmă punctul de vedere al fiziologilor : în domeniul eforturilor de rezistență femeile sînt încă departe de posibilitățile lor. Admiterea probei de 3 000 m ca probă de concurs și includerea acestei distanțe în programul Campionatelor europene arată schimbarea opticii specialiștilor în acest domeniu. O schimbare de optică similară s-a petrecut și la înot. Timp îndelungat numai proba de 100 m a figurat în programul Jocurilor Olimpice, ca azi, cu excepția probei de 1 500 m, programul să fie aproape identic pentru fete ca și pentru băieți. Toate aceste schimbări arată că încrederea specialiștilor în posibilitățile latente ale organismului feminin a crescut considerabil și azi nimeni nu se îndoiește de faptul că organismul feminin dispune încă de mari rezerve în domeniul efortului de rezistență. Alergările de durată pe teren variat (schi-fond, ciclism, canotaj și alte sporturi) bazate pe rezistență trebuie să capete o pondere mai mare în educația fizică și sportivă a femeii.

4.5.2. **Particularitățile educării rezistenței la tineri**

Deși cercetările științifice din ultimii ani au adus dovezi, din ce în ce mai convingătoare, despre lipsa de nocivitate a efortului de rezistență bine dozat la copii și tineri, se pare că practica antrenorilor este socotită încă și azi ca o busolă mai sigură în dirijarea antrenamentului de rezistență la copii și juniori. Această contradicție aparentă rezultă din marile diferențe existente în capacitatea reală de efort foarte diferită a copiilor și juniorilor, ca rezultat al *vîrstei fiziologice* la care se situează fiecare în parte. Deoarece știința nu poate da rețete convenabile și aplicabile pentru toți, practicienii consideră că nu sînt destul de bine orientați de știință și refuză încrederea în cercetare. Dacă mai adăugăm și poziția de multe ori exagerat de prudentă a unor cercetători fiziologi, în privința eventualelor neajunsuri pricinuite de antrenamentul de rezistență asupra stării

Scanned with OKEN Scanner

de sănătate a copiilor și juniorilor, vom înțelege neîncrederea metodiștilor și a unor antrenori în datele de multe ori contradictorii ale cercetării medico-biologice.

De partea cealaltă, neîncrederea medicilor și fiziologilor în activitatea practicienilor este alimentată de greșelile frecvente comise de practicieni în dirijarea științifică a antrenamentului de rezistență al copiilor și juniorilor. De exemplu, lipsa activității de perspectivă, neglijarea pregătirii multilaterale concentrîndu-se asupra pregătirii specializate în vederea obținerii unor rezultate de moment (impuse de cluburi, asociații); conținutul pregătirii diferă prea puțin de cel al seniorilor și în multe ramuri de sport nici nu există o metodologie adecvată de pregătire fizică specială și generală sau de control al acestor pregătiri etc. Deși numeroși antrenori știu foarte bine că nu se recomandă forțarea pregătirii specializate în eforturile de rezistență la copii și juniori, consideră că este mai comod și sînt mai bine apreciați dacă reușesc să obțină performanțe deosebite la juniori, indiferent de prespectiva acestor talente. Acest mod pripit de pregătire, fără o fundamentare solidă din anii copilăriei și junioratului, se răzbună mai tîrziu prin stagnarea performanței, mai ales în eforturile bazate pe rezistență.

Considerînd depășită poziția fiziologiei efortului de acum 20—30 de ani, care contraindica efortul de rezistență la copii, noi ne situăm pe o poziție științifică avansată. Din experiența personală de peste 25 de ani la catedră rezultă că rezistența oglindită prin consumul maxim de oxigen raportat la kg se poate dezvolta în condiții optime, începînd de la vîrsta de 10 ani. La fete, sfîrșitul perioadei pubertare reprezintă de multe ori culmea capacității de efort aerob, care la 18 ani atinge vîrful piramidei și la cele care s-au antrenat în continuu prin eforturi de rezistență. La băieți limita superioară a dezvoltării rezistenței este ceva mai tardivă, dar și la ei anii cei mai utili în privința educării rezistenței aerobe sînt anii junioratului. Restricții se impun doar în cazul educării rezistenței musculare locale, unde din cazua forței musculare mai reduse copiii sînt handicapați față de adulți. După cum a arătat și P. Apor (1972),

Scanned with OKEN Scanner

copiii de 10—12 ani ating repede un consum maxim de oxigen de 60 ml/kg, în funcție de particularitățile lor genetice, mai departe însă progresul este foarte lent și se corelează cu modificările factorilor dimensionali ai corpului și cu capacitățile funcționale cardiorespiratorii. După maturizare, factorii dimensionali se modifică mai puțin, pe primul plan situîndu-se perfecționarea coordonării și accentuarea economicității funcțiilor vegetative, implicate în efortul de rezistență. După părerea noastră, confuziile și contradicțiile existente în educarea rezistenței la copii și juniori au la bază lipsa de diferențiere a rezistenței generale de rezistența specială. Într-adevăr, în timp ce rezistența generală a copiilor și juniorilor poate fi la fel de bună și totodată se poate dezvolta bine la această vîrstă, rezistența specială este rămasă în urmă și se dezvoltă mult mai anevoios. Acest lucru este demonstrat de specialiștii americani și englezi, care au elaborat un sistem special de educare a rezistenței specifice la tinerii de 12—14 ani, mai ales prin adaptarea metodei antrenamentului cu intervale la specificul vîrstei de creștere. La înotătorii americani de elită, A. Daniels și J. Oldridge (1970) au găsit ca semn al adaptării specifice la efortul de rezistență creșterea capacității reziduale funcționale a plămînilor, ceea ce a lipsit la copiii și juniorii cu un stagiu de activitate specifică sub 3 ani.

În concluzie, datele medicale și de fiziologia efortului din ultimii ani concordă cu aprecierea tehnicienilor în ceea ce privește posibilitatea și chiar necesitatea dezvoltării rezistenței generale la copii și juniori. Perioada dintre 10—18 ani este considerată azi ca cea mai favorabilă pentru educarea rezistenței generale, în schimb educarea rezistenței specifice reclamă precauție și metode speciale, avînd în vedere stadiul în care se află parametrii dimensionali ai organelor și aparatelor implicate în captarea, transportarea și utilizarea oxigenului. Rezistența musculară locală fiind mai mică la copii și juniori, se recomandă mai ales metoda efortului continuu de durată, în care, chiar la o vîrstă fragedă, copiii dau dovadă de o capacitate de rezistență aerobă uneori ieșită din comun. Posibilitățile mai reduse ale

Scanned with OKEN Scanner

organismului în creștere în privința menținerii homeostaziei generale a sîngelui și de a lupta eficient împotriva acumulării rapide de acid lactic fac ca metoda intervalelor să fie aplicată cu multă precauție. Astfel de încărcături pot fi aplicate însă în mod gradat începînd de la 15—16 ani, cînd maturizarea treptată a organelor și aparatelor implicate în menținerea pH-ului permit încărcături din ce în ce mai specifice metabolismului muscular anaerob lactacid.

Scanned with OKEN Scanner

Bibliografie

ÅSTRAND, P. O., SALTIN, B., *Consumul de oxigen în primele minute ale unui lucru muscular greu.* În: J. Appl. Physiol, vol. 16, nr. 6, 1961.

BANNISTER, E. W., *Teoriile antrenamentului de forță.* În: Swimming Technique, vol. 3, nr. 4, 1967.

BOHMER, D., *Biochemistry of Exercise* (Biochimia efortului). În: Medicine et Sport, vol. 3, Basel, New York, Edit. Karger, 1969.

DEMETER, A., *Bazele fiziologice ale educației fizice școlare.* București, Editura Stadion, 1974.

DEMETER, A., *Fiziologia educației fizice și sportului.* București, Editura Stadion, 1970.

DUMITRESCU, V., *Dezvoltarea vitezei.* În: Cultură fizică și sport, nr. 12, 1961.

DI PRAMPERO, P. E., *Bazele energiei aerobe disponibile și datoria de oxigen.* În: Medizin und Sport, XIII nr. 1, 1973.

FILIN, V. P., *Pregătirea de forță-viteză a tinerilor.* În: Fizkultura i Sport, nr. 7, 1968.

GOLLNICK, P. D., ARMSTRÖNG, R. B., ș.a. *Efectul antrenamentului asupra activității enzimelor și fibrelor musculare scheletice la om.* În: J. Appl. Physiol., 34, nr. 1, 1973.

HARRE, D., *Teoria antrenamentului.* București, Editura Stadion, 1973.

HERMANSSEN, L., OSNES, J. B., *pH-ul sanguin și muscular după un efort maxim.* În: J. Appl. Physiol., 32, 1972.

HETTINGER, T., *Isometrische Muskeltrening* (Antrenamentul izometric). Stuttgart, 1964.

HIRSCH, L., *Genuri de antrenament pentru îmbunătățirea capacității aerobe.* În: Beiheft zu Leistungssport, Berlin, nr. 9, 1977.

HOLLOSZY, J. O., *Adaptarea mușchiului scheletic la efortul de rezistență.* În: Med. and Science in Sports, nr. 7, 1975.

HOWALD, H., *Aspecte noi în antrenamentul de durată.* În: Schweiz. Zeitschrift Sportmed., Genf, nr. 3, 1973.

HOWALD, H., *Adaptarea structurală a mușchiului scheletic la un efort fizic prelungit.* [Second Int. Symp. on Biochemistry of Exercise], Magglingen, 1973.

KINDERMANN, W., HUBER, G., KEUL, J., *Energia anaerobă și frecvența cardiacă în timpul și după diferite metode de antrenament la semifondiști.* În: Leistungssport, 1975.

Scanned with OKEN Scanner

KINDERMANN, W. KOCK, J. KEUL, J., *Metabolismul acidobazic și nivelul lactatului în sîngele arterial la canotori după competiții olimpice*. În : Med. Welt, 24, 1973.
KINDERMANN, W., KEUL, J., *Capacitatea anaerobă la diferite genuri de efort fizic*. În : Beiheft zu Leistungssport, Berlin, nr. 9, 1977.
KOLTAI, J., NADORI, L., *A sportképességek fejlesztése* (Dezvoltarea calităților fizice). Budapesta, Editura Sport, 1976.
LEISEN, H. MADER, A., HECK, H., HOLLMANN, W., *Capacitatea de rezistență la diferite sporturi în funcție de metabolism*. În : Beiheft zu Leistungssport, Berlin, nr. 9, 1977.
MADER, A., HOLLMANN, W., *Despre importanța capacității metabolismului canotorului de elită în antrenament și competiție*. Din : Antrenamentul de rezistență. Buc., CNEFS, 1978.
NADORI, L., *Particularitățile oboselii la diferite îngreuieri*. În : Ergonomie, Berlin, nr. 3, 1969.
NETT, F., *Timpul de latență și timpul de reacție la sprint*. În : Leichtathletik, nr. 35, 1968.
MITRA, GH., MOGOȘ, A., *Dezvoltarea calităților motrice*. București, Editura Sport-Turism, 1977.
OZOLIN, N. G., *Metodica antrenamentului sportiv*. București, Editura Stadion, 1972.
PEARSON, W. R., *Body size and Speed* (Dimensiunile corporale și viteza). În : Research Quarterly, nr. 2, 1961.
RATOV, I. P., *Relații de coordonare în activitatea de ansamblu a mușchilor*. În : Kultura Fizyczna, nr. 5, 1966.
STEINBACH, M., *Considerații neurofiziologice în antrenamentul viteziștilor*. În : Praxis der Leibesübungen, nr. 4, 1968.
VAN AAKEN, J., *Viteză prin rezistență*. În : Athletics Weekly, vol. 22, nr. 17, 1968.
WIPP, P. J., WASSERMAN, K., *Cinetica consumului de oxigen la diverse intensități de efort cu îngreuieri constante*. În : J. Appl. Physiol., vol. 33, 1972.
ZAȚIORSKI, V. M., *Calitățile fizice ale sportivului* (Traducere din limba rusă, CNEFS), 1968.
ZAMFIRESCU, N. R., SZÖGY, A., *Adaptarea circulației la efort fizic*. Din : Elemente de investigație în medicina sportivă (coordonator : Dr. I. Drăgan). București, Editura Stadion, 1970.

Scanned with OKEN Scanner

Cuprinsul

Cuvînt înainte 5

1. Caracterizarea fiziologică generală a calităților fizice . 9

2. Bazele fiziologice și biochimice ale vitezei 17
2.1. Caracterizarea fiziologică generală a vitezei . . . 17
2.2. Formele de manifestare a vitezei 20
2.2.1. Viteza de reacție 20
2.2.2. Viteza de execuție 28
2.2.3. Viteza de repetiție 36
2.2.4. Viteza de deplasare 38
2.3. Fundamentarea fiziologică și biochimică a metodelor de educare a vitezei 43
2.4. Bariera de viteză, evitarea și depășirea ei 48
2.5. Unele aspecte ale dezvoltării vitezei în funcție de pregătirea de forță și de cea tehnică a sportivilor . . . 54
2.6. Unele aspecte particulare ale dezvoltării vitezei la copii și juniori 60
2.7. Unele aspecte medico-sportive particulare ale vitezei . 64

3. Bazele fiziologice și biochimice ale forței musculare . 66
3.1. Caracterizarea fiziologică și biochimică generală a forței și definiția forței musculare 66
3.2. Mecanismele fiziologice și biochimice ale forței musculare 69
3.2.1. Activarea unui număr cît mai mare de unități motorii 70
3.2.2. Rolul frecvenței impulsurilor nervoase eferente . 73
3.2.3. Sincronizarea activității unităților motorii active . . 74
3.2.4. Potențialul contractil al mușchilor 82
3.3. Fundamentarea fiziologică și biochimică a hipertrofiei musculare 86

Scanned with OKEN Scanner

3.3.1. Excitantul biologic necesar obținerii hipertrofiei musculare 86
3.3.2. Rolul aportului corespunzător de proteine 91
3.3.3. Rolul hormonilor anabolizanți în hipertrofia musculară 93
3.4. Bazele fiziologice și biochimice ale metodelor utilizate în scopul dezvoltării forței musculare 96
3.4.1. Fundamentarea fiziologică a metodei contracțiilor izometrice 97
3.4.2. Fundamentarea fiziologică a metodelor dinamice de educare a forței 104
3.5. Corelația dezvoltării forței cu sexul și vîrsta . . . 115
3.5.1. Dezvoltarea forței la femei 115
3.5.2. Dezvoltarea forței în perioada de creștere 118

4. Bazele fiziologice și biochimice ale dezvoltării rezistenței. 121
4.1. Formele de bază ale rezistenței 122
4.2. Indicatorii absoluți și relativi ai rezistenței 127
4.3. Aspectele fiziologice și biochimice fundamentale ale educării rezistenței 132
4.3.1. Bazele fiziologice ale educării rezistenței aerobe . . 132
4.3.2. Aspectele biochimice ale rezistenței 140
4.4. Fundamentarea fiziologică și biochimică a metodelor actuale din antrenamentul de rezistență 148
4.4.1. Metoda efortului continuu 150
4.4.2. Metoda eforturilor variabile 152
4.4.3. Metoda eforturilor cu intervale 153
4.5. Particularitățile educării rezistenței în funcție de sex sau vîrstă 158
4.5.1. Particularitățile educării rezistenței la femei . . . 159
4.5.2. Particularitățile educării rezistenței la tineri 160

Bibliografie 164

Scanned with OKEN Scanner

Lei 5,50

EDITURA SPORT-TURISM

Scanned with OKEN Scanner